



家庭から宇宙まで、エコチェンジ

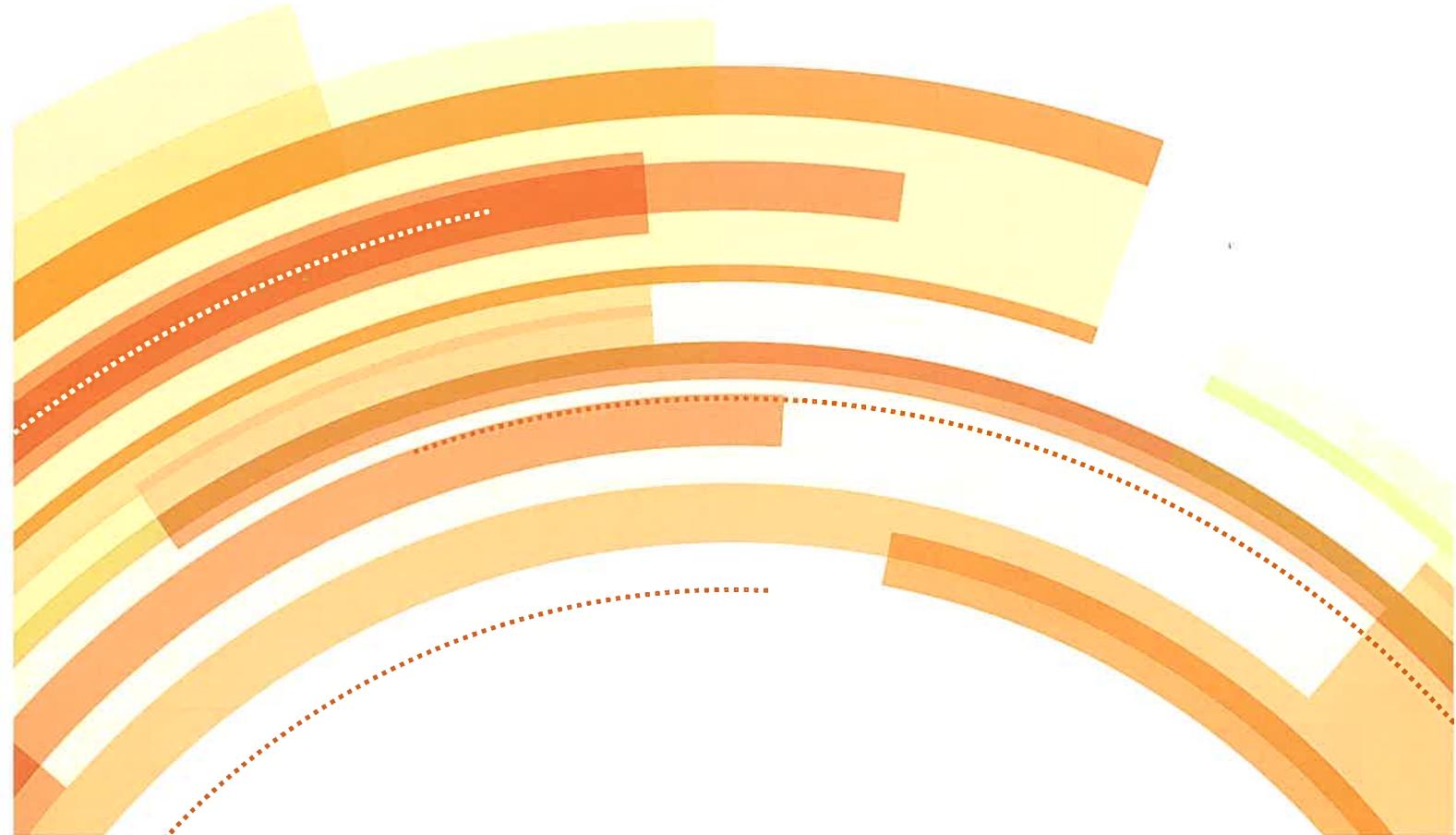
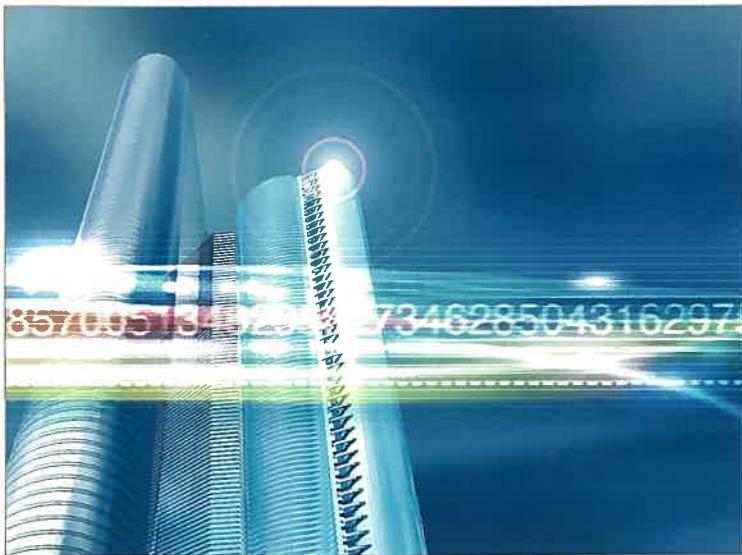
三菱電機技報

8

2014

Vol.88 No.8

「企業・社会の快適・安心・発展を支えるITソリューション」



目 次

特集「企業・社会の快適・安心・発展を支えるITソリューション」	IT Solutions for Optimized, Secure and Progressive Enterprises and Society
新たなサービスを創造する	Cloud Computing Creates New Services and Improves IoT
クラウドコンピューティングとIoTへの発展 1 瀧 寛利	Hirokazu Taki
クラウドで実現する大規模Webプラットフォーム 2 佐藤慎太郎・渡辺善三・青木勇太・吉川晃平	Large-scale Web Platform Based on Cloud Computing Shintaro Sato, Zenzo Watanabe, Yuta Aoki, Kohei Yoshikawa
分析データベースの可用性を向上させる "AnalyticMartレプリケーションサービス" 6 森川修一	"AnalyticMart Replication Service" : High Availability for Data Warehouse Shuichi Morikawa
クラウドを利用したサービス事業者向け見守りシステム 10 児玉 拓	Cloud-based Life Pattern Vital Signs Monitoring System for Service Providers Taku Kodama
某金融機関向けIT-BCP対策におけるデータ同期方式 15 松本健太郎・森垣 努・高篠智晴・細川智洋・山路晃徳	IT-BCP Data Synchronous Method for Certain Finance Institution Kentarou Matsumoto, Tsutomu Morigaki, Tomoharu Takashino, Tomohiro Hosokawa, Akinori Yamaji
MIND統合運用管制システムの二拠点化 20 本部祐史・生駒健二郎・古川良寛・山田耕一	Disaster Recovery System of MIND ICC Operation Yuji Honbu, Kenjiro Ikoma, Yoshihiro Furukawa, Koichi Yamada
ATM搭載型デジタルサイネージシステム 24 山本俊輔・森口 修・吉田裕美・森垣 努	ATM-mounted Digital Signage System Shunsuke Yamamoto, Osamu Moriguchi, Hiromi Yoshida, Tsutomu Morigaki
公衆無線用アクセスポイントを収容する	Network Construction to Accommodate Public Wireless Access Point
ネットワークの構築 29 石川幸生・宍戸圭太・岡安 滋	Yukio Ishikawa, Keita Shishido, Shigeru Okayasu
"DIA-Quality E"試験支援サービスの 試験設計技術 "M-Teki試験設計" 34 市山正則・小林 誠・守屋憲雄・田中 妙・蒲田昌寛	Test Design Techniques "M-Teki Test Design" for "DIA-Quality/E" Test Support Service Masanori Ichiyama, Makoto Kobayashi, Norio Moriya, Tae Tanaka, Masanori Kamata
大規模な現行システムを効率的に見える化する技術 39 堀田朋子・朱雀 健・小俣正樹・川口正高・松田昇平	Technology to Visualize Efficiently Current Large-scale Systems Tomoko Horita, Ken Sujaku, Masaki Omata, Masataka Kawaguchi, Shohei Matsuda
三菱FAXOCRシステム "MELFOS" の最新技術と機能 45 仙浪克則・伊井俊一・平野昌彦・滝田健司	Latest Technologies and Functions for Mitsubishi FAXOCR System "MELFOS" Katsunori Sennami, Syunichi Ii, Masahiko Hirano, Kenji Takita
無停止型サーバによるCC-Link IE コントローラネットワークの高信頼化 49 平島栄一・山本丈博・富塚 潔・岡崎仁則	High Reliable CC-Link IE Control Network with Fault-tolerant Server Eiichi Hirashima, Takehiro Yamamoto, Kiyoshi Tomizuka, Masanori Okazaki

特許と新案

「駅ホーム表示器および駅相互連絡システム」	
「端末制御装置及び端末制御プログラム」 53	
「システム制御装置及びシステム制御装置の システム制御方法及びシステム制御プログラム」 54	



表紙：企業・社会の快適・安心・発展を支えるITソリューション

三菱電機は、クラウド技術、情報セキュリティ技術などを適用したITシステムと、それらシステム稼働を安全に維持する運用管理サービス等を提供することによって、企業及び社会の快適・安心・発展に貢献していく。

表紙では、企業・社会を高層ビル群で表現し、その周りをデジタルネットワークが取り囲んで、ITソリューションが企業活動、個人活動を支えている様子をイメージ図で表している。

巻/頭/言

新たなサービスを創造するクラウドコンピューティングとIoTへの発展

Cloud Computing Creates New Services and
Improves IoT

瀧 寛和
Hirokazu Taki



情報システムの進歩は、様々な情報サービスを創造している。情報システムを構成する要素は、ネットワークの広がりとともに増加し、規模が新しい機能を生み、新しい機能は、新しいサービスを形成する。新しいサービスが普及拡大すると、情報システムにつながる機器(他の情報システムを含む)も更に増えることになる。サービス機能を充実させているのがクラウドコンピューティングであり、クラウドコンピューティングのようにインターネット経由でのサービス提供は、IaaS(Infrastructure as a Service)と呼ばれている。

現在までの情報システムの進化をみていくと、大型汎用機による集中情報処理から、オフィスコンピュータやEWS(エンジニアリングワークステーション)，そして、パソコンと分散処理になり、情報ネットワークの発達で、パソコンがネットワーク化されてきた。その後、小型情報端末の携帯電話やスマートフォンが急速に発達して、接続される情報端末の数が膨大になった。

そこで、2つのニーズが生まれた。1つは、異なる場所でも所有管理する情報を利用したい、もう1つは、異なる情報端末でも同じ水準の情報処理パワーを利用したいという要求であり、共通の情報提供インフラとしてのWebシステムと、利用者別に多大なデータを安全に格納し、利用者がネットワークを介して、セキュリティを保ちながらアクセスできるデータサーバのサービスが進むこととなった。さらに、特定の処理を小型端末で行うのではなく、グリッドコンピューティングという計算機能を複数のコンピュータに分割して、計算能力を高めたサービスをすることも提供された。現在では、グリッドコンピューティングの概念は、クラウドコンピューティングに進化している。

これらサービスは、情報システムのインフラとして、産業用から個人のパソコンやスマートフォンに至るまで利用できるようになった。このサービス環境を利用して、さらに上位の情報処理サービスとして、情報流通のためのSNS(ソーシャルネットワークサービス)や産業システムの利用者情報交換も盛んになっている。ここでより重要となっ

いる課題は、データ消失の回避やデータの流出・改ざんを防ぐセキュリティの強化である。また、ユビキタスコンピューティングでは、様々な機器の状態を計測するセンサネットワークや、位置情報の発信と位置や場所に依存して有用となる情報の発信(ロケーションアウェアネス)，情報を提供するサービスとしてのデジタルサイネージが普及してきた。これらの上位のサービスとして、ビッグデータ処理などのデータ解析処理が挙げられる。このデータ解析処理は、データに内在する重要な情報(データ間の関係、傾向、構造等)を抽出することで今後、情報処理サービスの付加価値を上げる重要な要素になる。

クラウドコンピューティングでは、情報システムの有機的結合による新サービスの創出を生み出したが、この延長線上には、情報だけでなく“モノ”をインターネット上に結合していくIoT(Internet of Things)(モノのインターネット)がある。モノとは、車や家電製品等に加えて、あらゆる産業機器や産業システムが含まれる。産業機器は、独立した機能でその価値を提供してきたが、これをネットワーク化することで新たなサービスが生まれる土壌ができてきている。家庭内の電力機器をネットワークで結び管理するHEMS(Home Energy Management System)が省エネルギーのための機器とともに普及しつつあるが、これがインターネット上でつながり、個人宅から地域コミュニティでの電力管理を行っていくのは、IoTの始まりと言える。

産業機器を個人のネットワークで提供するのは、セキュリティ上危険であるが、産業機器を利用する利用者に閉じたネットワークを提供することで、これらのサービスが産業機器の利用ニーズの競争力を生み出す。Google^(注1)などのネットワーク情報提供事業がロボットなどの実態のある“モノ”を吸収して成長しつつあるが、これに対して、“モノ”で社会に貢献してきた産業システムを提供する製造業がネットワーク型情報システムの活用でIoTの主役になることが期待される。

(注1) Googleは、Google Inc. の登録商標である。

クラウドで実現する 大規模Webプラットフォーム

佐藤慎太郎* 吉川晃平*
渡辺善三*
青木勇太*

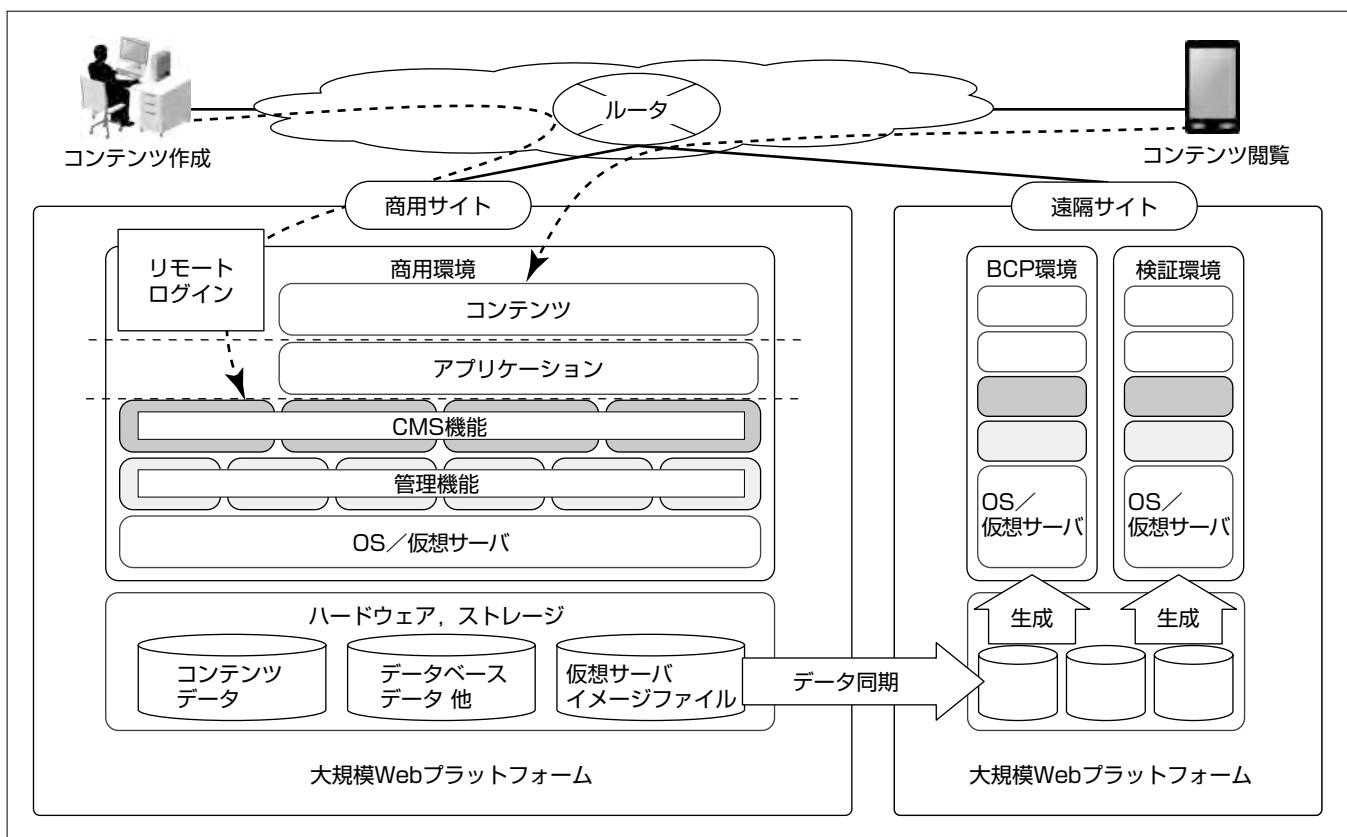
Large-scale Web Platform Based on Cloud Computing

Shintaro Sato, Zenzo Watanabe, Yuta Aoki, Kohei Yoshikawa

要旨

今日の企業ポータルサイトは様々なサービスを提供するとともに、サービス障害情報や災害情報などの緊急性の高い情報を公開しており、社会的に重要性が高いシステムとなっている。さらに、近年スマートフォンの普及やモバイル回線の高速化による携帯端末向けコンテンツの大容量化が進み、またソーシャルネットワークサービスの普及によって情報がリアルタイムに共有されることで、短時間にアクセスが集中し、巨大トラフィックが頻発する傾向にあるが、そのような場合でも企業ポータルサイトには、安定して高速に応答できることが求められている。このような背景のなか、三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)は、プライベートクラウド技術とSaaS(Software as a Service)型クラウドサービスを利用し、数十ドメイン

のWebシステムからなる企業ポータルサイトの集約と、それによる企業ポータルサイトシステムの共通基盤化を行った。Webプラットフォームは多層化したキャッシュ機構を駆使して、巨大なリクエストに対して安定かつ高速な応答を返す仕組みとしている。また遠隔サイトにBCP(Business Continuity Planning)環境を構築し、大規模災害対策を実現した。企業ポータルサイトシステムの開発では、このシステムを利用する多数のステークホルダと密に連携し、システム運用フローの再定義や、性能対策の策定についてPDCA(Plan-Do-Check-Act)サイクルを実施することで、個々の課題を解決し、2013年3月からサービスを開始している。



大規模Webプラットフォームの構築事例

企業Webシステムプラットフォームを仮想サーバ上に構築した。このシステムは数十ドメインを収容し、多様なコンテンツベンダーが複数のCMS(Content Management System)を使用してコンテンツの開発と公開を行っている。また商用サイトと遠隔サイトがあり各種データを遠隔サイトに同期する構成となっている。遠隔サイトでは同期したデータを利用してBCP環境と検証環境を実現している。

1. まえがき

企業のWebポータルシステムでは、アクセス集中に対して、安定かつ高速に応答することが求められる。また近年サービスの重要性が増しており、大規模災害時の事業継続性が求められる。これらの課題を解決するため、プライベートクラウド技術とSaaS型クラウドサービスを活用し、Webプラットフォームを構築した。

本稿ではWebプラットフォーム構築でのクラウド技術利用上のポイントを述べる。

2. 大規模Webプラットフォームの要件

システム構築に当たり、大規模Webプラットフォームとして必要な要件を表1のとおり定義した。

3. 大規模Webプラットフォームのアーキテクチャ

強固なインフラ基盤構築に向けて、大規模Webプラットフォームの要件を満足するために、このシステムで採用した対応策、アーキテクチャについて述べる。

3.1 応答性能対策

3.1.1 キャッシュを利用した性能対策

常時多数のリクエストに対応するため、次に示すように多段化したコンテンツキャッシュの仕組みを作った。アクセスするデバイスごと、コンテンツの内容ごとに最適なキャッシュを利用することで高速応答を実現している。

(1) SaaS型クラウドサービスの利用

画像や映像等、サイズが大きいコンテンツは帯域を圧迫する。対策としてSaaS型クラウドサービスである外部CDN(Contents Delivery Network)サービスを利用した。CDNサービスを利用することによって、ウェブサイトのコンテンツを世界中のASP(Application Service Provider)型Webサーバにキャッシュし、クライアントからのアクセスを分散させることで、帯域を消費するコンテンツにアクセスが集中した場合でも安定して高速に応答できる。ただし、CDNはコンテンツキャッシュの保持時間が非常に長いため、コンテンツ変更後にキャッシュが更新されず古いデータが表示されてしまうことがある。そこでこのシステムではコンテンツ更新時に自動でCDNへキャッシュクリアを指示する機能を独自に開発し、常に最新のデータが

表示される仕組みを構築した。

(2) ロードバランサのコンテンツキャッシュ機能の利用

CDNを利用しないドメインでは、ロードバランサのコンテンツキャッシュ応答機能を利用することとした。静的コンテンツへのリクエストの大部分をロードバランサで応答させることで、Webサーバの負荷を大幅に軽減できる。デバイスごとに異なるデザインのページは、ユーザーエージェントごとに異なるキャッシュを保持・応答することで、デバイスごとに最適なコンテンツの高速応答を実現している。昨今増えているユーザーごとに異なるパーソナライズされたページに対して、ページ内の静的コンテンツはキャッシュで応答し、ユーザー固有に生成する動的コンテンツはAjax (Asynchronous JavaScript^(注1) + XML (eXtensible Markup Language))技術を応用し、クライアント(ブラウザ)側で非同期にアクセスさせることで、高速に応答している。

(3) オンメモリKVSの利用

データベースデータの参照は複数の参照用データベースサーバで処理を分散している。しかし、データベースデータの更新は1台のデータベースサーバで行う必要があるため、データベースデータの更新が発生すると応答性能が大きく低下する。そこでセッション管理を必要とするWebサイトでは、セッション管理のトランザクション処理にデータベースを使用せず、高速なオンメモリKVS(Key-Value Store)を利用することで、データベースデータの更新処理を回避して高速化している。

(4) ストレージキャッシュの利用

仮想化基盤システムでは一般的にコンテンツデータ、データベースデータ、仮想サーバのディスクイメージ等を共有ストレージ上に配置するため、共有ストレージのI/Oがボトルネックとなる。このシステムでは共有ストレージに高速なフラッシュデバイスを搭載して二次キャッシュとして利用することで、ディスクアクセス性能を向上させ、仮想化基盤全体のパフォーマンスの改善を図っている。

(注1) JavaScriptは、Oracle Corp. の登録商標である。

3.1.2 性能対策でのPDCAの取組み

画像や映像等のリッチコンテンツは転送時間が長く、インタラクティブなコンテンツを多用したWebページはシステムへの負荷が高いという課題がある。これらの課題はコンテンツの実装による影響が大きいため、コンテンツベンダーと連

表1. 大規模Webプラットフォームの要件

項目	説明	要件
応答性能	トラフィックが非常に多いが、アクセス集中時も安定かつ高速に応答できる必要がある	アクセス集中時(条件: 2,000PV/s, 5 Gbps)に次を満たすこと ・全リクエスト正常応答 ・応答時間: 数十ms
システム可用性	社会的に重要性が高く(災害情報の提供など), 災害時にサービス継続が必要である	商用サイト災害時に次を満たすこと ・コンテンツデータを消失しないこと ・商用サイトでサービス停止した時にも、サービスを継続できること
システム利用 ユーザー管理	サイト運用者、コンテンツベンダー等、多岐に渡る関係者が利用する	・利用者がアクセス可能なコンテンツデータ、機能を制限できること ・利用者の変更、権限設定を管理できること

PV : Page View

- 携して次のような性能対策のPDCAサイクル(図1)を実施した。
- (1) Webサイトの要件定義時から、クライアント種別(パソコン、スマートフォン等)とその比率、及びコンテンツ種別(静的、動的等)からトラフィックのモデル化を行い、それを基にリソースのサイジングを行う(Plan)。
 - (2) システム構築後、モデルトラフィックで負荷をかけ性能試験を実施する(Do)。
 - (3) 試験結果を評価し、ボトルネックを調査する(Check)
 - (4) 調査結果を基にインフラ及びコンテンツの性能対策を実施する(Act)。

このシステムではプロトタイプ作成時と完成時にPDCAを回し、プラットフォームとコンテンツでそれぞれ最適な性能対策を実施することで、ユーザーエクスペリエンスを低下させず高速応答を実現した。PDCAサイクルで得られた性能対策のノウハウはコンテンツ作成ガイドラインとして整理し、ステークホルダ間で共有して、システムの安定稼働のための対策を講じている。

3.2 システム可用性対策

このシステムでは、商用サイトで大規模災害時のサービス障害対策として、サーバ仮想化技術を利用し、遠隔サイトにはBCP環境を構築した。また遠隔サイトへ同期した各種データを利用し、コンテンツデータ消失対策として遠隔バックアップを実現し、また検証環境を構築した(表2)。次に、遠隔サイトの各環境の構築、機能等について述べる。

3.2.1 システム全体でのデータ同期の仕組み

遠隔サイトでのコンテンツデータの保存、及びBCP環境、検証環境の実現のため、商用サイトと遠隔サイト間でシステムが利用する各種データをリアルタイムに同期させる設計とした。データの同期は共有ストレージの遠隔同期機能と、各種ミドルウェアのレプリケーション機能を利用して実現した(図2)。

3.2.2 遠隔バックアップの実現

大規模Webプラットフォームでは、様々な障害やオペレーションミスによるデータ消失に備えて、商用サイト内だけでなくシステム外部にバックアップデータを保管して

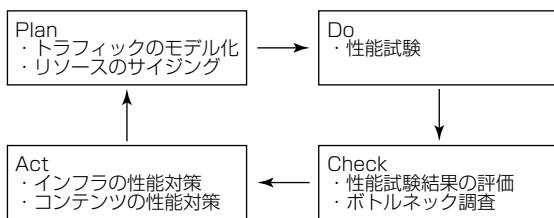


図1. 性能対策でのPDCA

表2. システムが備える環境

名称	説明	ロケーション
商用環境	通常時にサービスを提供する環境	商用サイト
BCP環境	災害発生時に切り替えてサービスを継続提供する環境	遠隔サイト
検証環境	コンテンツやインフラの動作検証を行う環境	遠隔サイト

おくことが重要である。このシステムでは商用サイトから遠隔サイトに同期したコンテンツデータ、仮想サーバイメージデータをバックアップデータとして利用することで、商用サイトでデータを消失した場合に、遠隔サイトのバックアップからのデータの復旧を可能とした。

3.2.3 BCP環境の実現

(1) BCP環境の要件

BCP環境の構築に当たり、WebプラットフォームのBCP環境として必要な要件を表3に示すとおり定義した。

次にBCP環境の要件を満たすために必要な各種データの最新化タイミングの要件を表4に示すとおり定義した。

この要件を満たすBCP環境と、災害発生時の切替え運用については、サイト運用者と十分に検討を行い決定した。

(2) BCP環境の構築

BCP環境の構築に当たり、パッケージ製品の採用を検討

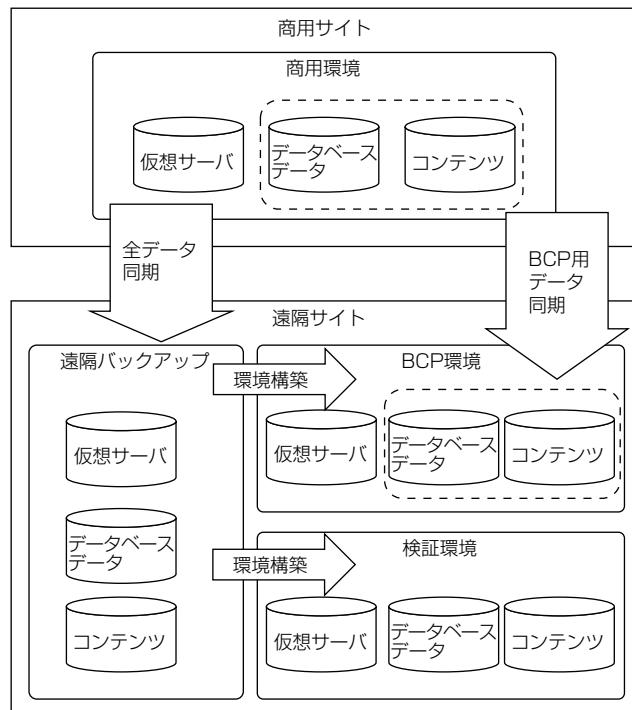


図2. サイト間データ同期とデータの利用方法

表3. BCP環境の要件

要件	目標
データ鮮度	公開中、編集中のコンテンツデータがリアルタイムに同期されること
機能同一性	商用環境と同じ機能(コンテンツ公開、編集、ユーザー管理)を提供できること
運用操作の容易性	被災時の切替えを1オペレーションで実施できること

表4. データの最新化タイミングの要件

データ種類	最新化タイミングの要件
コンテンツデータ、データベースデータ	コンテンツデータ、データベースデータは商用環境と同期されること
仮想サーバ	商用環境の変更の都度、最新化すること
イメージデータ	(更新頻度:多い)
ネットワーク設定	商用環境の変更の都度、最新化すること
ハードウェア設定	(更新頻度:少ない)

したが、先に述べたWebプラットフォームに求められる様々な要件を満たすことができなかつたため、独自にBCP環境を構築することとした。

①BCP環境用コンテンツ設計

BCP環境で使用するコンテンツデータは、商用環境と同じ最新のものである必要がある。先に述べた、システム全体のデータ同期の仕組みによって、常に商用環境と同じデータが利用できる設計とした。

②BCP環境用仮想サーバ設計

BCP環境用の仮想サーバは、商用の仮想サーバを基にホスト名、IPアドレス等のネットワーク設定を拠点に合わせて変更して生成する設計とした。サービスを利用するネットワークのIPアドレスは、コンテンツやプログラム内に埋め込まれており、変更すると動作に影響するため、保守経路のIPアドレス(監視用)だけ変更し、それ以外のネットワークセグメントは商用環境と同じIPアドレスを使用する設計とした。

③短時間でのBCP環境用仮想サーバ構築の実現

BCP環境用仮想サーバの構築は、遠隔サイトに同期した商用環境の仮想サーバイメージを1台ずつBCP環境用に設定変更を行う。しかし仮想サーバの台数が多いため、手動で実施した場合に時間がかかる、また設定ミスが発生するリスクがあった。そこで仮想サーバの設定変更をバッチ処理で行う機能を開発し、短時間での多数のBCP環境用仮想サーバの構築を可能とした。

④BCPコンテンツ確認とリハーサル訓練

BCP環境の上位ネットワーク機器には、サービス用のグローバルIPアドレスとは別に、コンテンツ動作確認用のIPアドレスの設定を行った。この設定によって、平常時にBCP切替えを行うことなくBCP環境のコンテンツ動作確認や、BCPを想定したリハーサル訓練を可能とした。

(3) BCP切替えの運用

商用環境で災害が発生してサイト運営が困難と判断された場合、BCP環境への切り替えを行うことによってサイト運営を継続する。

平常時はBCP環境は次の①、②の状態でスタンバイ状態を保つ。

①ルータの設定

平常時は、システム上位のルータに商用環境に向けてルーティングが設定されている。切替え時には、上位ルータのルーティングテーブルをBCP環境に振り向けることでIPレベルで拠点間切替えを実現する。

②データベースサーバの構成

平常時はデータベースサーバは商用環境がマスター、BCP環境がスレーブとして同期しているため、BCP環境のデータベースサーバは書き込み不可状態になっていた。切替え時にはデータベースサーバを書き込み可能状

態に変更し、BCP環境でデータが更新できるようにする。BCP切替えが必要となった際には①' ②' のように設定を変更する運用としている。

①' ルーティング切替え操作

ルーティング変更(①)はBGP-4(Border Gateway Protocol version 4)プロトコル^(注2)によってシステム上位のルータのルーティングテーブルを商用環境からBCP環境に瞬時に切り替える方式とした。これによって、短時間でのBCP切替えを実現した。このシステムでは、あらかじめ商用環境、BCP環境の両方の上位ルータに設定を組み込んでおくことで、災害発生時に簡単な操作で切替えを可能とした。

②' データベースサーバの構成変更

データベースサーバの構成変更(②)は、切替え操作ミスの防止及び作業時間の短縮のため、BCP切替えプログラムを開発し、1オペレーションでの切替えを実現した。

(注2) BGP-4は、インターネット・バックボーン上でルーティングテーブル情報を交換する際に用いる経路制御プロトコル。

3.2.4 検証環境の構築

BCP環境は平常時は利用されないため、遠隔サイトのハードウェアリソースは遊休状態となっている。遠隔サイトのハードウェアリソースを有効活用するため、遠隔サイト上に検証環境を構築し、平常時は検証環境として活用する設計とした。検証環境の構築は、先に述べたBCP環境構築機能と同様に、商用環境の仮想サーバイメージを検証環境用にバッチ処理で変換する方法で行い、検証環境構築作業を効率化した。

3.3 システム利用ユーザーの管理

このシステムでは多数のコンテンツベンダーなどがCMSを利用してコンテンツを作成しているが、セキュリティ確保と情報漏えい防止の観点から、利用者ごとにアクセス可能なコンテンツデータを厳密に分離する必要がある。そのために、このシステムではLDAP(Lightweight Directory Access Protocol)をベースにアカウント管理機能を開発した。この機能によって、利用者ごとのロール設定(権限管理)を実現するとともに、コンテンツ作成機能に関する各認証(リモートログイン認証、CMSログイン認証等)の一元管理を実現している。

4. む す び

このシステムは2013年3月からサービスを開始し、その後安定してサービスを提供している。Webポータルサイトでは、常に新しいコンテンツやサービスの追加が行われており、応答性能の安定化と迅速なサービス基盤の拡張が求められている。引き続きクラウド技術に積極的に取組み、Webプラットフォームの高機能化を図り、また他システムへの展開を進めることで、更なるインフラ基盤共通化を目指していく。

分析データベースの可用性を向上させる “AnalyticMartレプリケーションサービス”

森川修一*

"AnalyticMart Replication Service" : High Availability for Data Warehouse

Shuichi Morikawa

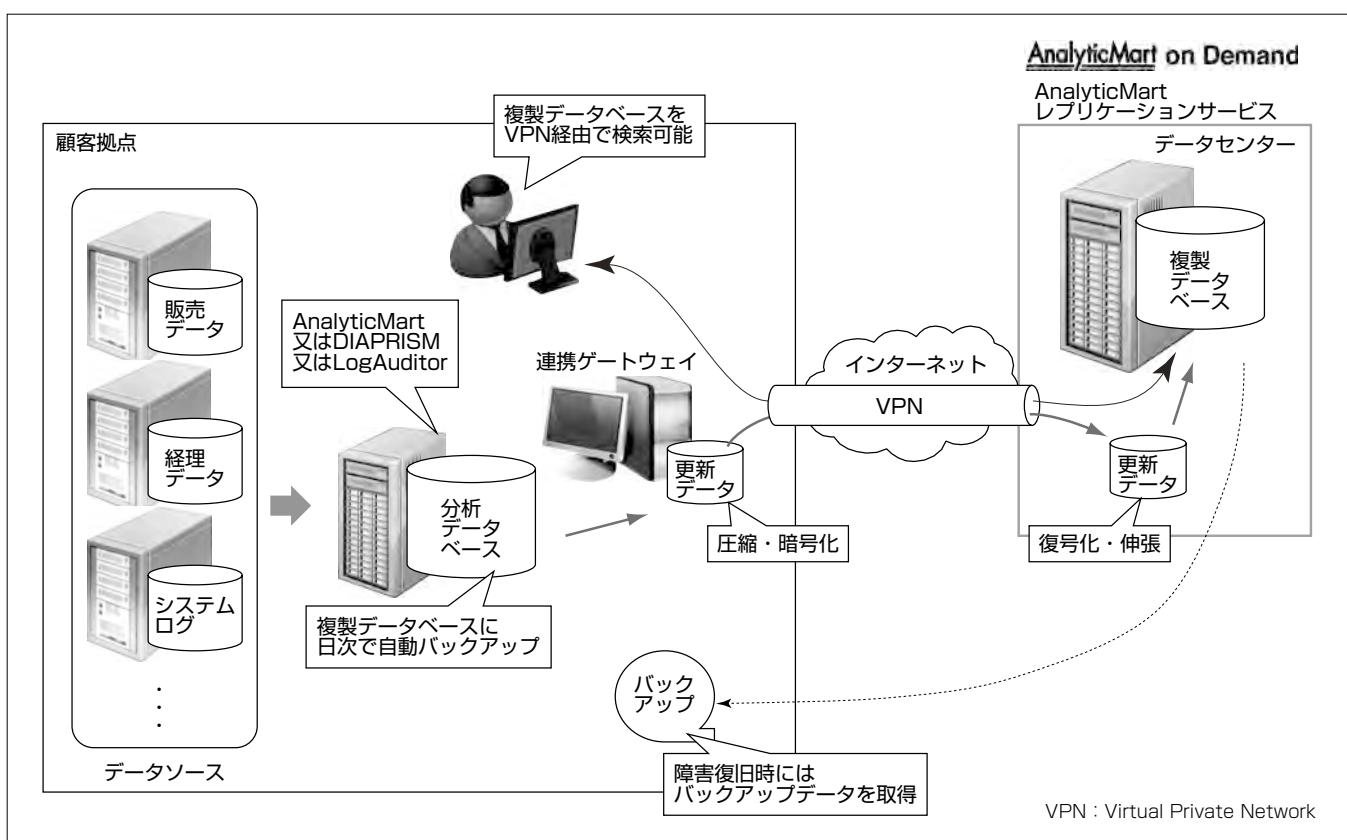
要旨

スマートフォンの普及などによって個人の行動に関わるデータが日々蓄積され、その増加傾向は著しい。データ活用に対する意識も高まり、データ分析を積極的に業務運営に取り入れる企業も増えている。業務におけるデータ分析の必要性が高まるにつれて、分析用として構築・運用するデータベース(分析データベース)に障害が発生した場合の業務への影響も看過できなくなってくる。

三菱電機インフォメーションテクノロジー株(MDIT)のデータ分析クラウドサービス“AnalyticMart on Demand”的サービスの1つである“AnalyticMartレプリケーションサービス”では、クラウド上に複製データベースを自動作成することで障害による業務への影響を小さくする。

クラウド上の複製データベースは日次でデータを自動更新して利用可能な状態で常時稼働する。分析データベースの障害発生時には検索対象を複製データベースに切り替えることで、分析データベースの復旧を待たずに業務を再開できる。バックアップは顧客の拠点とは地理的に異なる所在地の複製データベースに保管され、バックアップの破損・不備によるデータ消失を回避できる。復旧では複製データベースからの完全バックアップデータ取得による1回のリストア作業で済み、作業工数を削減できる。

“AnalyticMartレプリケーションサービス”によって障害からの早期の業務再開と復旧時間の短縮が可能になり、分析データベースの可用性を向上させることができる。



“AnalyticMartレプリケーションサービス”的概略

各種データソースから抽出、加工、格納した分析データベースをデータセンターに自動で複製する。分析データベースはMDITの“AnalyticMart” “DIAPRISM” “LogAuditor”に対応する。連携ゲートウェイで更新データを日次で収集、圧縮、暗号化してデータセンターに送信し、複製データベースに反映する。障害時は複製データベースに切り替えて業務を再開、バックアップデータを複製データベースから取得してデータを復元できる。

1. まえがき

ポイントカードや電子マネーの定着、スマートフォンの普及、SNS(Social Networking Service)の利用者拡大等によって、個人の行動に関わるデータが日々生成、蓄積されてきている。近年のビッグデータの流行や行政機関によるオープンデータの推進、IoT(Internet of Things)に向けた企業の取組み等、世の中で生成・蓄積されるデータの増加は加速する一方である。

企業では、顧客及び見込み顧客に関して広範囲で細かい粒度、頻度のデータを収集できる環境が整いつつある。収集したデータを利用して、これまでのKKD(勘・経験・度胸)に頼った意思決定をデータ分析に基づいた判断で行う企業も増えている。

業務遂行でのデータ分析の必要性が高まるにつれ、データ分析システムに障害が発生した場合の業務への影響は許容できない域に近づいている。特に分析用に様々なデータソースからデータを抽出、加工して蓄積するデータベース(分析データベース)では稼働停止による業務への影響は大きい。企業では必要最小限の対策として分析データベースのバックアップを実施している場合が多いが、不幸にも障害が発生した際に分析データベースの復旧に難航することも珍しくない。

本稿では、分析データベースの障害発生時におけるバックアップからの復旧に関する課題を述べるとともに、その解決策となる“AnalyticMartレプリケーションサービス”(略称“AnalyticMart/RL”)について述べる。

2. バックアップによる障害復旧の課題

一般的なデータベースの障害対策には、定期的なバックアップ運用がある。日次や週次といった周期に従ってデータの複製(バックアップ)を採取して保管する。データベースの障害発生時には保管してあるバックアップデータからデータを復元することでデータベースの復旧を行う。このようなバックアップを用いた障害復旧には次に述べる3つの課題(図1)がある。

2.1 復旧までの業務停止時間

バックアップによる障害復旧では、データベースの障害で業務が停止した場合、データを復元してデータベースの運用を再開するまでの間、業務は停止したままとなる。基

幹系のトランザクション処理などでは暫定的に直近のデータを復元して業務を再開し、段階的に復旧を進めるといった対応もできる。しかし分析データベースでは、過去の履歴を中心とした蓄積データが処理の対象となるため、バックアップからのデータ復元を待つ必要がある。一般的に分析データベースは運用に伴ってデータ量が増大していくため、運用期間が長くなるにつれてデータ復元に必要な時間も増加し、業務停止時間も長くなる。

データベース二重化などの冗長構成によって障害発生時にも業務を継続するといった対策もあるが、中堅・中小企業では費用などの点から導入が難しいのが実情である。

2.2 バックアップデータの保管

通常、バックアップデータは自社システム内のストレージ機器や磁気テープ等の媒体に記録し保管する。ストレージ機器に保管する場合、機器の設置や運用管理が必要となる。媒体に保管する場合は、媒体の破損や劣化を予防し、盗難や不正アクセス等の物理セキュリティに配慮した保管場所を選定する必要がある。

バックアップ用のストレージ機器の設置場所又は媒体の保管場所がデータベースと同一拠点内にある場合、自然災害などの地理的影響範囲を持つ要因による障害では、データベースと同様にストレージ機器や媒体に記録されたバックアップデータも被害を受ける可能性がある。BCP(Business Continuity Plan)対策の観点からはバックアップデータは地理的に異なる拠点で保管することが望ましい。

またバックアップ運用が計画通り実行され、バックアップデータの保管に問題がないにも関わらず、いざ復旧の際に論理的なデータの欠損や不足によってデータの復元に失敗するといった事例も発生している。バックアップデータの整合性はシステム構築時に検証されるだけで、バックアップ運用の開始後は検証されることがほんないためである。

2.3 煩雑なデータ復元作業

通常バックアップは採取時間と復元時間の効率化の兼ね合いで、完全バックアップ(すべてのデータの複製)、差分バックアップ(完全バックアップ以降の変更データの複製)、増分バックアップ(前回バックアップ以降の変更データの複製)の組合せで運用することが多い。例えば月次で完全バックアップ、週次で差分バックアップ、日次で増分バックアップを採取するといった運用である。このような運用でデータを復元する場合、完全バックアップデータのリストア1回、差分バックアップデータのリストア1回、増分バックアップデータのリストアをデータの個数分実行することになる。

障害発生時にはバックアップの採取周期を確認し、複数回のリストアを順番に実行する必要がある。リストアを定期的に実施することはないため作業の習熟は期待できず、実際の復元作業では過度な緊張などから作業手順の抜けや誤りが発生する危険性をはらんでいる。

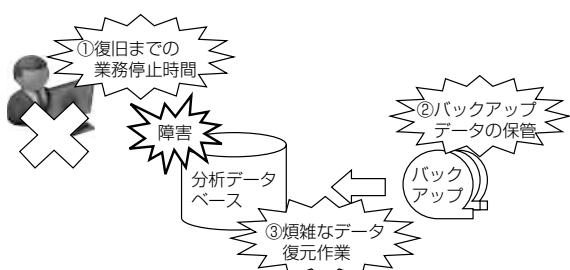


図1. 障害復旧に関する課題

3. AnalyticMart/RL

3.1 AnalyticMart on Demand

AnalyticMart/RLはMDITのデータ分析クラウドサービス“AnalyticMart on Demand”が提供するサービスの1つである。AnalyticMart on Demandのサービスを表1に示す。

AnalyticMart on DemandはMDITのデータ分析フレームワーク“AnalyticMart”⁽¹⁾⁽²⁾の構造化データ用データベース(AQL)を利用したサービスをクラウド型で提供する。サービス化によってシステムへの設備投資や運用人件費を削減し、初期費を抑えたスマートスタートが可能となる。

顧客の拠点とクラウドのデータセンターとの間のネットワークには、インターネットでの盗聴やセッション乗っ取り等の防止対策が施された三菱電機情報ネットワーク株のセキュアネットワークサービスを利用することで安全性を確保している。

3.2 システム

AnalyticMart/RLでは顧客拠点で稼働する分析データベースの複製データベースをデータセンターに自動作成する。複製が可能な分析データベースは表2に示すMDIT製品である。

AnalyticMart/RLのシステム構成を図2に示す。分析データベースは顧客の拠点にあるAQLサーバで運用される。AnalyticMart/RLではAQLサーバの分析データベース①をデータセンターの仮想マシン上で動作する複製データベース②に自動複製する。仮想マシンは顧客ごとに専用環境を用意するため、複製データベースは他の顧客から完全に分離、保護される。

顧客がAnalyticMart/RLを利用するにはインターネット回線のほかに連携ゲートウェイ用のパソコンを用意する必要がある。連携ゲートウェイでは分析データベースの複製などを行うレプリケーション機能④と、各種設定や運用監視を行うAQLレプリケーションマネージャー⑤を実行す

表1. AnalyticMart on Demandのサービス

サービス	内容
AnalyticMartプラットフォームサービス AnalyticMart/PF	データ分析システムの基盤をクラウド上に提供するサービス
AnalyticMartレプリケーションサービス AnalyticMart/RL	顧客の拠点にある分析データベースの複製をクラウド上に作成するサービス
AnalyticMartレポートサービス AnalyticMart/AG	省エネ法の“定期報告書”で必要な事業所ごとのエネルギー使用量の集計を行う受託集計サービス

表2. 対応するデータベース

製品名	コンポーネント
データ分析フレームワーク AnalyticMart	AQL (version 4.0.0以降)
	AQL Express Class 1 (version 4.0.0以降)
	AQL Express Class 2 (version 4.0.0以降)
	AQL Express Class 3 (version 4.0.0以降)
データ分析プラットフォーム DIAPRISM	DIAPRISM/AQL (N00版以降)
統合ログ管理ソリューション LogAuditor	LogAuditor/AQL (N00版以降)

る。運用中の分析データベースにAnalyticMart/RLを導入する際に既存システムへの影響を低減できるようAQLサーバとは別に連携ゲートウェイが必要な構成としている。レプリケーション機能④では顧客専用仮想マシンで稼働するレプリケーション機能(サーバ)③と連携し、ファイル駆動⁽³⁾による更新データの反映やリストアデータの取得を行う。顧客拠点と顧客専用仮想マシン間の通信ではデータ圧縮及び暗号化を行っている。AQLレプリケーションマネージャー⑤ではWebインターフェースによってレプリケーション機能④及びレプリケーション機能(サーバ)③の動作設定や運用状態の確認を行うことができる。

顧客拠点から複製データベースにアクセスするための設備及びアプリケーション⑥について、顧客が分析データベースの利用時に使用するものがそのまま使用できる。

AnalyticMart/RLの利用には顧客拠点での環境構築が必要となる。契約後から利用開始までに顧客が実施する主要な作業は次のとおりである。

- (1) VPNルータが送付されてくるので、VPNルータを設置し、顧客拠点とデータセンターの顧客専用仮想マシンの接続を確立する。
- (2) 連携ゲートウェイで必要なソフトウェア類一式を顧客専用仮想マシンからダウンロードする。
- (3) 連携ゲートウェイに(2)でダウンロードしたソフトウェアをインストールする。
- (4) 連携ゲートウェイから分析データベースのバックアップを収集できるようにAQLサーバの環境設定を行う。

3.3 機能

AnalyticMart/RLではレプリケーション、リストア、データ検索の3つの機能を提供する。

(1) レプリケーション機能

顧客専用仮想マシン上に分析データベースを複製し、更

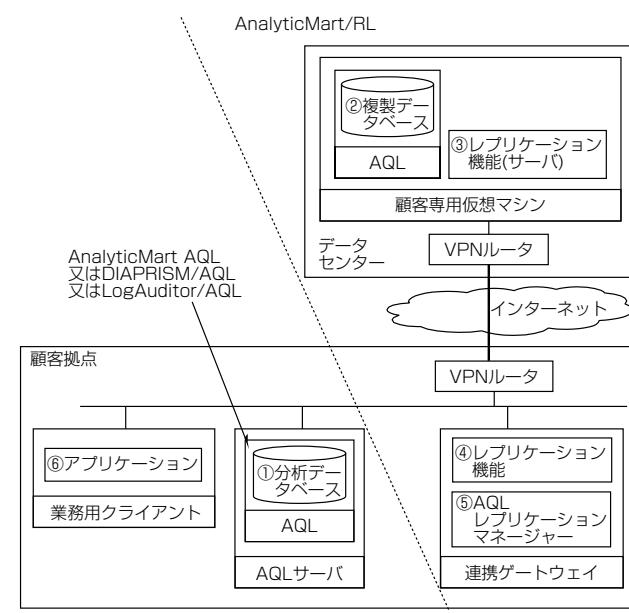


図2. システム構成

新データを日次で同期する処理を自動実行する。レプリケーションの運用状況はAQLレプリケーションマネージャーからWebブラウザを用いて確認できる。日次処理の完了通知／異常通知を電子メールで送信することも可能である。

(2) リストア機能

複製データベースから完全バックアップデータを採取し、連携ゲートウェイにダウンロードする。連携ゲートウェイから分析データベースへのリストアの自動実行は機能として提供していないため、別途顧客が実施する必要がある。

(3) データ検索機能

顧客拠点のクライアントから複製データベースに対してデータ検索を行うことができる。実行できる操作をデータ検索だけに限定しているため、顧客の誤操作によって分析データベースとの同期が損なわれる心配がない。

3.4 特長

2章で述べたバックアップにおける障害復旧の課題に対する解決策という観点からAnalyticMart/RLの特長(図3)を述べる。

3.4.1 複製データベースによる業務再開

顧客専用仮想マシン上の複製データベースには分析データベースの内容が日次で反映され、前日までのデータが利用可能な状態で稼働している。障害発生によって分析データベースが運用を停止したとき、顧客は検索対象を複製データベースに切り替えることによって業務を再開できる。複製データベースでは障害発生当日のデータは利用できなくなつたため再開可能な業務が限定される場合もあるが、部分的な再開であっても障害による業務への影響を緩和できる。

分析データベースの復旧を待たずに業務を再開できることから、蓄積データ量の増加によるデータ復元時間の延長が業務再開時間に影響を与えない。障害発生から一定時間での業務再開が可能したことから、分析データベースの可用性向上させることができる。

また複製データベースは、障害復旧時に限らず利用できるため、日常業務のデータ検索操作の一部を複製データベースで代行することによって負荷分散を図るといった用途にも活用できる。

3.4.2 クラウドによるバックアップ

データセンターの顧客専用仮想マシンで稼働する複製データベースにバックアップデータが格納されるため、顧客はバックアップ用の機器運用や媒体保管等を行う必要がない。物理セキュリティ対策についてもAnalyticMart/RLの運用の一環として提供されるため、顧客自身による対策は不要である。顧客拠点とバックアップデータの所在が地理的に分かれることから、顧客拠点での事故や火災による障害の影響を受けにくく。

バックアップが複製データベースとして稼働していることから、顧客はデータの保管状態や論理的な整合性を容易

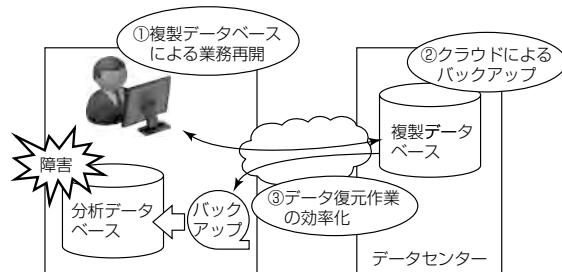


図3. AnalyticMart/RLの特長

に確認できる。障害復旧の際にバックアップデータの状態が原因でリストア不能になるといった事態を回避することで信頼性が向上する。

3.4.3 データ復元作業の効率化

データ復元で使用するバックアップデータは普段は複製データベースとして存在しており、リストア可能な形態ではない。障害などによってバックアップデータが必要になった時点で顧客が複製データベースから取得する。そのため一般的なバックアップのように完全／差分／増分によるバックアップデータの組合せではなく、常に完全バックアップデータだけとなる。データ復元作業は完全バックアップデータからの一回のリストアで終了するため、作業回数が低減されて復元時間が短縮できる。データ復元の作業工数が削減できることから保守性が向上する。

また、複製データベースの作成・更新で使用する更新データの採取では、初回の分析データベースからの完全バックアップ以降は常に増分バックアップが更新データとなるため、日次で実行する更新データの採取時間も短縮できる。

4. むすび

AnalyticMartレプリケーションサービスでは、顧客拠点の分析データベースに障害が発生したとき、クラウド上の複製データベースで業務を再開することによって可用性を向上させることができる。障害復旧ではバックアップデータを複製データベースから取得することで確実な復旧と作業工数の削減が可能となる。今後はデータセンターの地理的な分散などによって、可用性や保全性の更なる向上を図っていく予定である。

参考文献

- (1) 小出健太, ほか:情報セキュリティを支えるデータ分析フレームワーク“AnalyticMart”, 三菱電機技報, **87**, No.7, 405~408 (2013)
- (2) 和田貴成, ほか:統合ログ管理ソリューション“AnalyticMart for LogAuditor”, 三菱電機技報, **86**, No.7, 391~394 (2012)
- (3) 山岸義徳, ほか:ファイル駆動によるデータレプリケーション方式, 電子情報通信学会2014年総合大会, D-4-1 (2014)

クラウドを利用したサービス事業者向け見守りシステム

児玉 拓*

Cloud-based Life Pattern Vital Signs Monitoring System for Service Providers

Taku Kodama

要 旨

センサ機器及び無線ネットワーク環境の充実化によって、様々な拠点のセンサデータを、クラウドを利用して収集・集約し、活用を図る環境が急速に整備されつつある。

それに伴い、取得した機器のデータなどを連携させ、運用、メンテナンス及び販売等へ利用しようとするニーズが高くなっている。

三菱電機では製造機器のシェア拡大・維持のために、クラウドを利用した付加価値サービスの提供を目指している。

当社は、全社をあげてスマートグリッド実証に取り組んでおり、特に基幹系実証、配電系実証、需要家向け実証のための実験設備を国内3つの拠点に構築した。

需要家向け実証の取組みの1つとして、クラウドを利用

した宅外連携サービスを実現するシステム、これを“クラウド型エネルギー管理システム（クラウド型EMS）”として、2つのテーマで取組みを進めている。

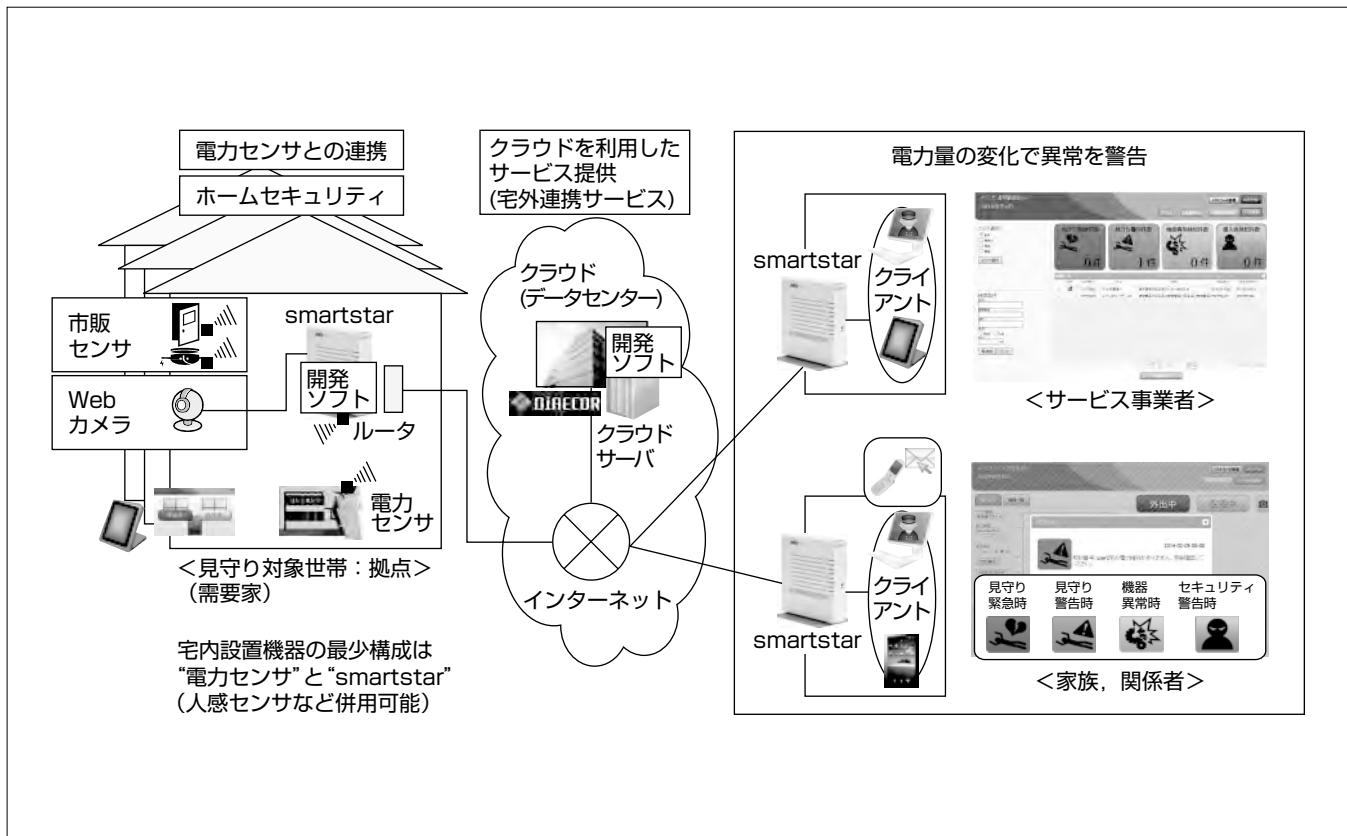
(1) クラウドを利用したデータ収集・蓄積基盤の確立

宅外連携サービスを実現するために、多拠点とデータセンター間で効率的にセンサデータを収集・蓄積する。

(2) 拠点センサデータを利活用したサービスの創出

各種センサ機器との接続と、収集したセンサデータを利活用するための具体的なサービスモデルを検証する。

そのため、具体的なサービスモデルとして、電力量の変化で異常を検知して警告する“サービス事業者向け見守りシステム”を事例として取り上げて、検証した。



クラウドを利用したサービス事業者向け見守りシステム(宅外連携システム)

需要家宅に設置するセンサ機器のデータを、三菱通信ゲートウェイ“smartstar”を通じてデータセンターに収集・蓄積し、それらのデータを活用した宅外連携サービスを提供するクラウド型EMSである。当社電力センサとsmartstarを使うだけで、電力計測データによる家族及び関係者への見守り機能を提供し、市販センサ及びWebカメラなどを加えることによって、簡易ホームセキュリティ機能も提供する。

1. まえがき

センサ機器及び無線ネットワーク環境の充実化によって、様々な拠点のセンサデータを、クラウドを利用して収集・集約し、活用を図る環境が急速に整備されつつある。

それに伴い、取得した機器のデータなどを連携させ、運用、メンテナンス及び販売等へ利用しようとするニーズが高くなってきてている。

当社では製造機器のシェア拡大・維持のために、クラウドを利用した付加価値サービスの提供を目指している。

当社は、全社をあげてスマートグリッド実証に取り組んでおり⁽¹⁾、特に基幹系実証、配電系実証、需要家向け実証のための実験設備を国内3つの拠点に構築した。

本稿では、需要家向け実証の取組みの1つであるクラウドを利用した宅外連携サービスの事例として“見守りシステム”を取り上げ、特に電力センサデータの利活用の観点での検証について述べる。

2. クラウド型EMS

集合住宅を扱うマンションディベロッパや戸建住宅を扱うハウスメーカーでは、スマート化(電力の見える化、HEMS/Home Energy Management System)による制御等)といった居住者向けのサービスの充実化が求められている。

さらに、新電力事業者及びハウスメーカーでは、顧客を囲い込むために、スマート化の差別化提案とそれから得られる機器別電力の使用状況データなどを用いたプラスアルファのサービス提供を検討している。

集合住宅への適用を考慮すると、サービス利用料を共益費にプラスする形で回収を見込むため、運用を含めていかに安くサービスを提供できるかが求められる。

サービスをコンシューマー及び法人へ提供するサービス事業者に活用してもらうことを想定し、拠点(家庭など)のエネルギー・センサデータを、クラウドに安全かつ効率的に集約、活用するための宅外連携サービスを提供するシステム(共通基盤)が必要である。

システム実現のためには、拠点に設置した各種センサから無線などを通じて集めたデータを、インターネットを通じてデータセンター側に集約し、クラウド上でそのデータを利活用したサービス提供用アプリケーション(見える化、見守り等)を検証する必要がある。さらに、拠点のセンサからクラウドまで一貫したデータ通信ができるクラウド上の仕組みの整備が必要である。

当社製の電力センサ、三菱通信ゲートウェイ“smartstar”(以下“smartstar”という。)⁽²⁾、三菱電機情報ネットワーク(株)(MIND)のクラウドを基本要素として用いて、付加価値サービスを低価格で提供できるようにするとともに、提供コ

ストの抑制も目指し、宅外連携サービス事業モデルとしての“クラウド型エネルギー・マネジメントシステム(クラウド型EMS)”の検証を行った。

サービス事業者向けでは、samartstarの採用によってデータ機能としての提供のほか、smartstarのバンドルソフト遠隔ダウンロードによってアプリケーションの追加・変更が容易にできるといったメリットが生まれる。

クラウドは、MINDのVPO(Value Platform on Demand)共用型サービスを利用した。

3. 見守りシステムへの取組み

クラウド型EMSの検証を行うに当たり、ターゲット顧客としてサービス事業者(ケーブルTV事業者、通信キャリア等)を、サービス事例として見守りシステムを設定して検証を行った。

当初の見守りシステムのコンセプトは、“電力使用量の変化を活用したクラウド型見守りシステム”とし、要件を次のように設定した。

- (1) 電力使用量の変化を監視することで見守り対象の異常を検知してメール通知
- (2) smartstarと電力センサの設置だけでサービスを実現
- (3) smartstarに接続した電力センサデータをECHONET Lite^(注1)プロトコルで収集
- (4) クラウドを利用したサービス適用

当初の見守りシステムを図1に示す。

なお、検証を進める途中でサービス事業者の要望や関係者の意見を踏まえ、次の要件を追加した。

- (5) 見守りとホームセキュリティの両立

そのため、当初の必要最低限の見守りサービスに加え、追加有償サービスとして市販センサを利用した見守り精度向上及び市販Webカメラも組み合わせたホームセキュリティを実現させた。

図2にこの要件を追加した見守りシステムを示す。見守り対象世帯には、ハードウェア機器として、smartstar、電力センサ、人感センサ、開閉センサ、無線親機、Webカメラを設置し、smartstar上に各種センサを制御するためのバンドルソフトを開発して組み込んだ。クラウド側にはデータ収集基盤アプリケーション及び見守りアプリケーションをサーバ上に構築し、サービス事業者、家族、関係者、本人のクライアント機器へ見守り結果を通知できる仕組みとした。

市販センサは、心理的導入ハードルが比較的低いと考えられる人感センサ又は開閉センサを併用することで、より精度の高い見守りを実施可能とした。

監視カメラ(Webカメラ等)は、見守り対象者の心理的導入ハードルが高くなるが、見守り用途ではなく不在がちな共働き世帯などのための簡易ホームセキュリティとして

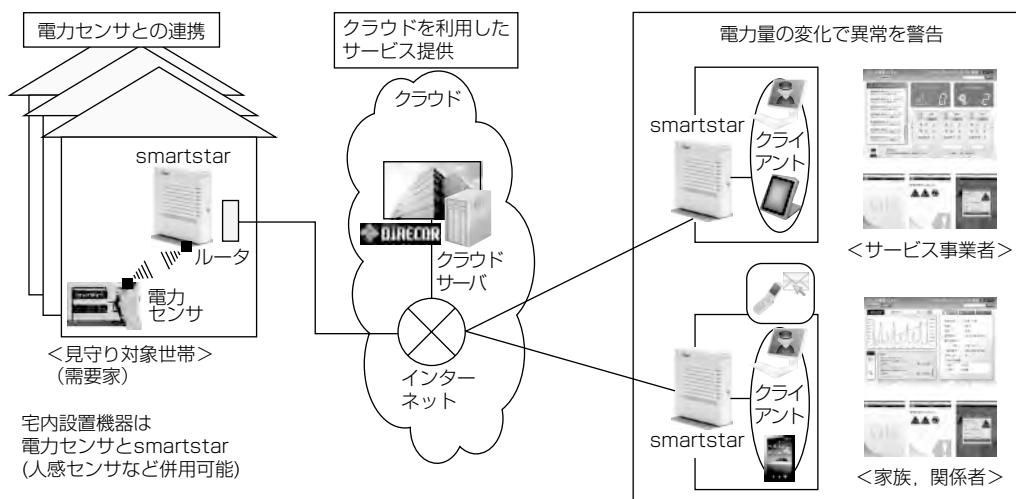


図1. 当初の見守りシステム

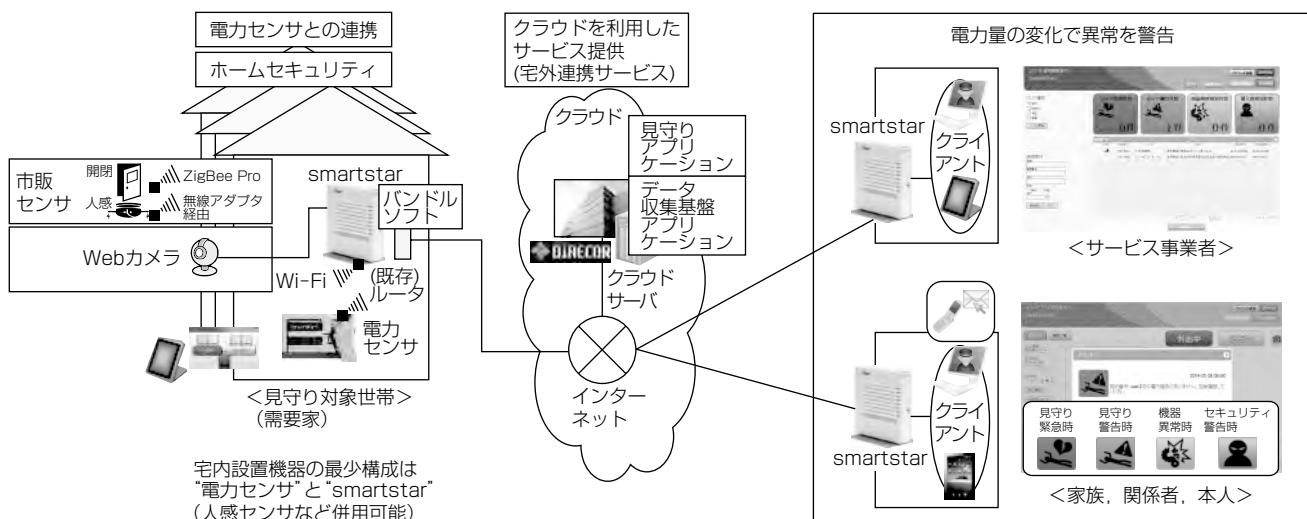


図2. ホームセキュリティ機能を追加した見守りシステム

の需要が考えられる。

(注1) ECHONET Liteは、エコーネットコンソーシアムの登録商標である。

3.1 業務モデルの定義

このシステムの利用者を次の6つの形態に分類し、必要な機能を検討した。

- (1) 見守り対象者
- (2) 家族・通知者等
- (3) サービス事業者：サービスマン・営業マン
- (4) サービス事業者：オペレーター
- (5) サービス事業者：運用管理者
- (6) サービス事業者：システム管理者

サービス事業者向けにシステムが外部に提供するサービス内容は、運用、工事を考慮した構成として検討した。

検討の一例を挙げると、取付けの容易な後付タイプのセンサは、電池タイプのものが多く、定期的な電池交換が必要となるため、一般顧客(特に見守り対象世帯)には不向きであると考えて、極力定期交換などが不要な方式を採用す

ることで運用費用の削減と提供費用削減を図った。サービス事業者向けに適したモデルとして機能とシステム利用者の関係を関連付けたサブシステム構成を図3に示す。

開発した見守りシステムの代表的な画面として、家族や通知者が利用するサービス利用者画面を図4に、警告があった場合の画面警告イメージを図5に、サービス事業者が全体状況把握するためのサービス運用者画面を図6に示す。

3.2 利活用技術

3.2.1 見守り判定アルゴリズム

当社住環境研究開発センターが開発した安否確認アルゴリズムを活用・搭載し、見守り判定精度の向上を図った。

見守り判定方法としては、次の2つを実装した。

- (1) 過去指定日数の平均電力使用量の変化による判定
- (2) 電力変動分析による安否確認アルゴリズムによる判定⁽³⁾

なお、(2)の判定方法はサーバ側見守り判定アルゴリズムとして実装した。この判定方法では電力変動データをインプットデータとし、

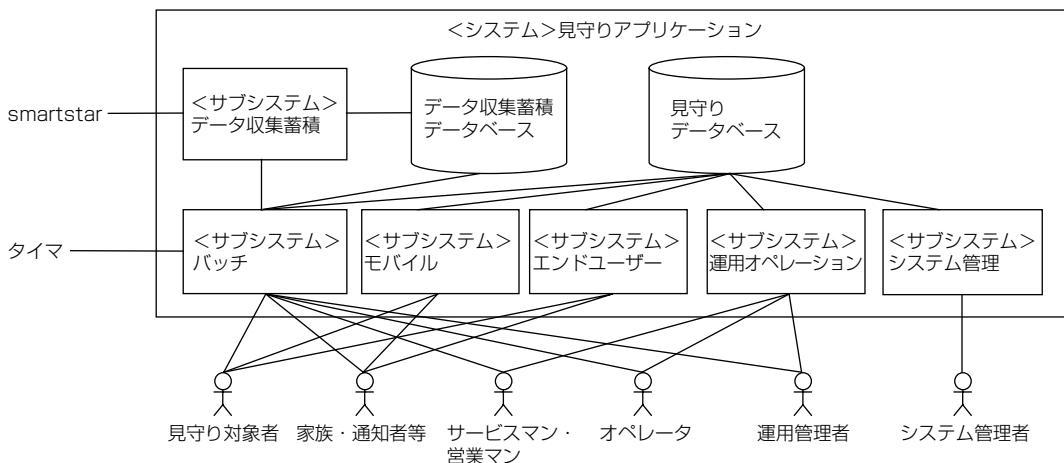


図3. サブシステム構成



図4. サービス利用者画面



図5. 画面警告イメージ



図6. サービス運用者画面

(1) 人の電気機器操作の有無の検出

(2) 安否状態(居住内で倒れていないか)の検出

の2段階による検出アルゴリズムで、安否状態を判定する。

3.2.2 データ収集基盤

データ収集の仕組みとしては、IEEE1888として標準化されたFIAP(Facility Information Access Protocol)の“WRITE手続き”を用いた。IEEE1888はSOAPに基づくプロトコルであり、WRITE手続きのメッセージ形式は各センサの識別子、計測データ、タイムスタンプ等を列挙したXML(eXtensible Markup Language)である。

smartstar上に追加アプリケーションを導入し、IEEE1888の“GW(GateWay)機能”を実装した。追加アプリケーションはOSGi(Open Services Gateway initiative)バンドル形式のモジュール群であり、それぞれ各センサからのデータ取得、クラウドサーバへの定期的なデータ送信等の機能を受け持つ。

クラウドサーバ上では、IEEE1888の“Storage機能”を実現するWeb API(Application Programming Interface)を提供し、smartstarから送信されるデータを受信してデータベースへの蓄積を行う。

3.2.3 標準技術の活用による共通化と効率化

当社HEMSとの共通化を考慮し、クラウドを利用した宅外連携サービスでも、HTML5(HyperText Markup Language Ver.5)化とそれによるデバイス非依存化を実現した。課題として、様々なモバイルデバイスの画面解像度への柔軟な対応方式検討が残っている。

アプリケーション開発では、Java^(注2)のWebアプリケーションフレームワークである“SAStruts”を利用した。さらに、ライブラリ製品などの標準技術の活用による共通化と効率化を図るため、“jQuery”“jQueryUI”“jqPlot”といったHTML5及びモバイル端末への展開が可能なライブラリを選定し活用を図った。

OSGi搭載のsmartstar上で、自社開発バンドルとして市販センサのデータ収集バンドルの開発を行い、宅外連携サ

ービスを拡大する上で必要となるバンドルソフト開発のノウハウを蓄積した。

(注2) Javaは、Oracle Corp.の登録商標である。

3.2.4 インターネット情報公開セキュリティ対応

サービス事業者へのオンプレミス提供のほか、当社でのクラウドサービスによるインフラ提供も想定し、当社のインターネット公開システム基準を満たして安心・安全に利用してもらえるシステム構成を目指した。

3.2.5 フレームワーク“DIAECOR(AF-W)”の活用

当社製Webアプリケーションフレームワークである“DIAECOR(AF-W)”を利用して品質確保を図った。具体的には、DAO(Data Access Object)機能としての外部SQL(Structured Query Language)定義、サーバ拡張機能としてのログ出力、コネクションプーリング、トランザクション管理を利用した。

3.2.6 汎用的な通知サービスの整備・検証

アプリケーションでの通知はもとより、汎用性を持たせるためにインターネットメール通知を実装した。加えて、モバイルデバイス対応として、Android^(注3) OSの“PUSH通知”にも対応し、通知手段の汎用化を検証した。

3.2.7 利用通信技術

電力計測センサとの通信は、Wi-Fi^(注4)及びECHONET Liteプロトコルを利用した。

当社は、Wi-SUN方式を推進しているが、今回の市販センサの通信はTTC(Telecommunication Technology Committee) JJ-300.10仕様の製品入手が間に合わず市販センサ現行モデルのZigBee^(注5)-Proで検証した。

smartstarと市販センサ親機の接続は、USB(Universal Serial Bus)経由のシリアル通信インターフェースで実現した。

(注3) Androidは、Google Inc.の登録商標である。

(注4) Wi-Fiは、Wi-Fi Allianceの登録商標である。

(注5) ZigBeeは、ZigBee Allianceの登録商標である。

4. むすび

新たなサービスによる当社製造機器の付加価値向上とシェア拡大を実現するために、クラウドを活用した具体的な宅外連携サービスを検証してきた。

当社製センサに加え、市販センサの適用が見込めるようになり、クラウド側アプリケーションもHTML5といった標準技術を利用しながら、取得したデータを利活用して見守りとホームセキュリティといった付加価値サービスの提供を行うことができたため、その有効性を確認できた。

今後は、このシステムで検証したサービスをベースにし、クラウドを利用したサービスアプリケーションの充実化を図り、当社の様々な機器データの集約とそれらの組合せによるデータの利活用を目指していく。

また、無線技術面の課題として、920MHz帯特定小電力無線を利用した無線通信インターフェースの整備を図り、さらに、当社クラウド共通基盤への検証したシステムの統合又は機能追加を図っていく。

参考文献

- (1) スマートグリッド・スマートコミュニティ実証実験の概要
http://mitsubishielectric.co.jp/corporate/eco_sp/smart/overview/index.html
- (2) 三菱電機ニュースリリースNo.1401：三菱通信ゲートウェイ「smartstar(スマートスター)」発売のお知らせ
<http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2014/0312-a.html>
- (3) 勝倉 真、ほか：ライログによる居住者安否確認システムの開発、第12回情報科学技術フォーラム講演論文集、659～663（2013）

某金融機関向けIT-BCP対策におけるデータ同期方式

松本健太郎* 細川智洋*
森垣 努* 山路晃徳*
高篠智晴*

IT-BCP Data Synchronous Method for Certain Finance Institution

Kentarou Matsumoto, Tsutomu Morigaki, Tomoharu Takashino, Tomohiro Hosokawa, Akinori Yamaji

要旨

東日本大震災以降、各企業で事業継続・災害対策が急務となっている。三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)の顧客である金融機関でも、一部業務に対するBCP(Business Continuity Planning)対策を実施しており、首都圏直下型地震の災害による電源供給断などのインフラ途絶、データセンター倒壊で、基幹システムの復旧に1ヶ月以上を要する事態となった場合を想定し、基幹システムについても二重化を行うことになった。全体の推進・構築は、基幹系・情報系のインフラ全般にかかわっているMDISが中心となって実施している。

対象システムは基幹システムと基幹システムの稼働に必要となる周辺システム計10システム(UNIX^(注1)系サーバ:約15台、Windows^(注2)系サーバ:約150台)で、グループ会社も含めたシステムを対象としている。エンドユーザーへの影響やアプリケーション改修による工数増をさけるため、

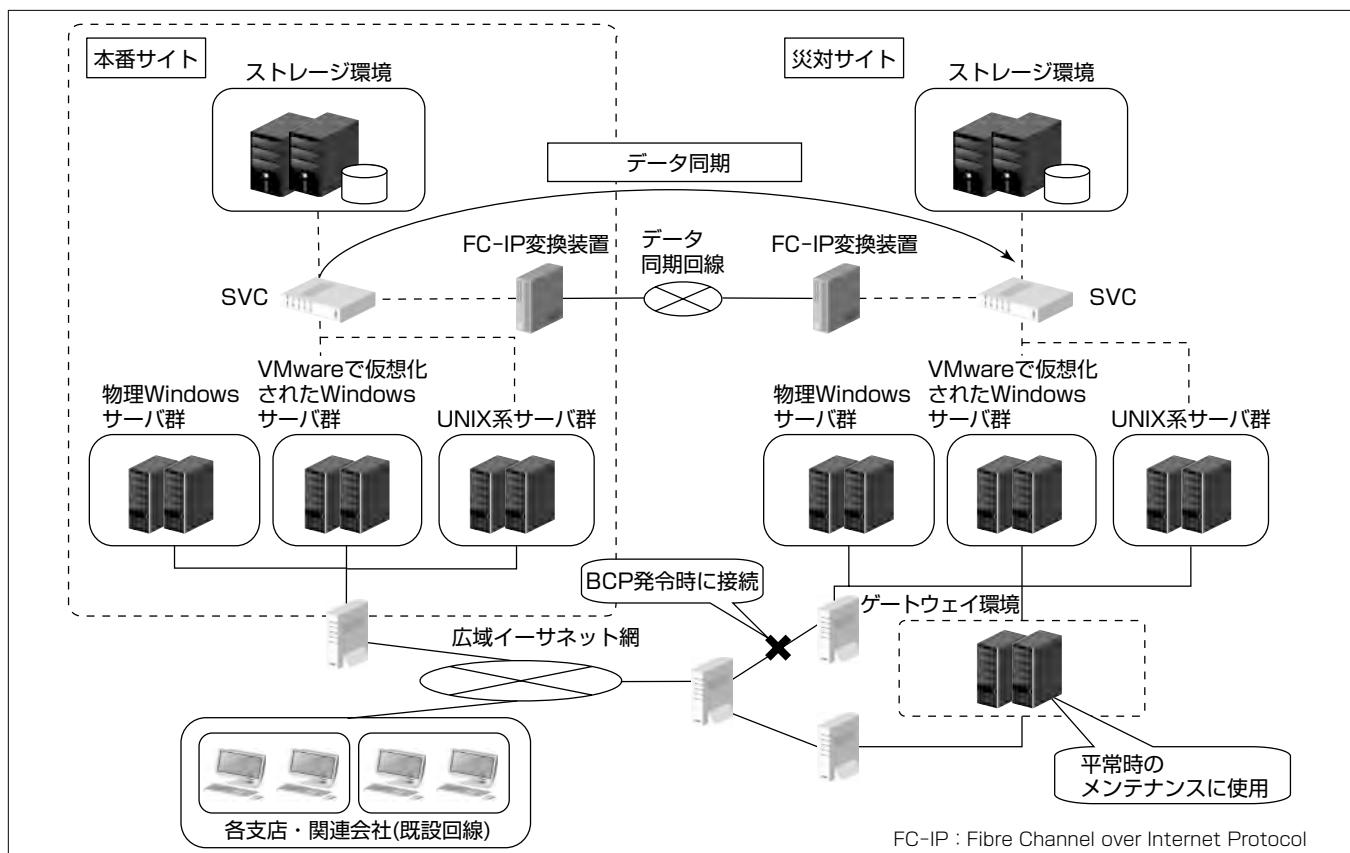
BCPサイト(以下“災対サイト”という。)のサーバは、関東データセンター(以下“本番サイト”という。)のホスト名、IPアドレスなどの固有値をそのまま引き継ぐ構成とした。また、既存環境への変更を加えないように構築することとなりこの案件では、ストレージ・リソースの管理を一元化するストレージ仮想化システムIBM^(注3) SAN Volume Controller(以下“SVC”という。)とVMware^(注4) SRM(VMware vCenter^(注4) Site Recovery Manager^(注4))を利用した同期方式を採用して、多種多様なシステムが対象となる、各システム、サーバに合わせたRPO(Recovery Point Objective)の設定やデータ同期設計を実現した。

(注1) UNIXは、The Open Groupの登録商標である。

(注2) Windowsは、Microsoft Corp. の登録商標である。

(注3) IBM System Storage, IBMロゴ, ibm.comは、世界の多くの国で登録されたIBM Corp. の登録商標である。

(注4) VMware, vCenter, Site Recovery Managerは、VMware, Inc. の登録商標である。



基幹システムのデータ同期方式

IBM社のSVCを利用した非同期でデータ連携を行う。災害発生時にはネットワークの切替でセンターの切替えとシステム復旧を行う。災対サイトの平常時のメンテナンスはゲートウェイ環境を経由して行う。

1. まえがき

東日本大震災以降、MDISの顧客である金融機関でも、首都圏直下型地震の災害による電源供給断などのインフラ途絶、データセンター倒壊等を想定し、基幹システムの二重化を行うこととなった。MDISは、既存の基幹システム構築時、SIer(System Integrator)としてインフラ全般の設計・構築を担当し、また、この基幹システムの構築後から現在に至るまで、顧客のインフラ全般の運用・保守を委託されており、基幹システムについての運用ノウハウが多く蓄積されている。さらに、基幹系・情報系のシステムの運用・保守に加え、端末管理、ヘルプデスクまで広く顧客の業務に携わっていることから、この案件では、同じくSIerとして、他のベンダーをも取りまとめる立場で、全体の推進を行うこととなった。

このシステムの利用環境に関しては、既に顧客で一部システムの災対サイトとして利用している西日本のデータセンターを使用することとなっている。このような背景の中、このプロジェクト推進に当たり、最も苦労したポイントは次の4点である。

- (1) 多種多様なシステムに合わせたRPOの設定
- (2) 既存環境への変更を抑えた構築方針の策定
- (3) データ更新量と必要回線速度の見極め
- (4) 基盤に合わせた統一的なデータ同期方式の設計

本稿では、これらの課題を踏まえたITインフラBCP対策システムの構築について述べる。

2. 要件定義

2.1 RPOとRTO

IT-BCPの構築では、目標とする復旧地点であるRPOの設定と復旧にかかる時間の目標値であるRTO(Recovery Time Objective)の設定が最も重要な部分であり、実現性を評価しながら慎重に設計を進めていく必要がある。RTOについては顧客の業務要件を考慮したうえで、対象システムすべてに対して共通で5時間と設定した。一方、RPOについては、この案件の対象が基幹系システムとその他周辺システムで、BCPの対象が複数システムであるこ

とを考慮して設定を行う必要があったため、業務時間帯によって異なる値を設定することとした。例えば、オンライン中は1時間前の状態に復旧させるが、夜間のオンライン時間外は、対象サーバのデータ更新頻度などによって要件が異なるRPO値を設定した。なぜなら、夜間処理におけるデータ更新量が非常に多く、オンラインと同じRPOを設定した場合、必要なデータを時間内に反映できなくなってしまうおそれがあるためである。

次に、具体的に実施した“多種多様なシステムに合わせたRPOの設定”について述べる。

2.1.1 システム単位別のRPO

RPOの定義について、システムを構成するサーバによって、データの更新頻度が異なる点に着目して設計を行った。対象サーバは、更新頻度・周期別に次の3種類に分類した。

- (1) オンライン、夜間処理中にデータ更新が行われるもの
- (2) 夜間処理中にだけデータ更新が行われるもの
- (3) 不定期にデータ更新が行われるもの

(1)でオンライン中に被災した場合、1時間前の状態に復旧することとするが、(1)の夜間処理中又は、(2)では、夜間処理で更新されるデータ量が非常に多いため、夜間処理中のデータ同期は行わず、夜間処理開始前、夜間処理完了後にRPOを設定した。(3)は主に管理系のシステムで不定期に手動での更新が発生するものであるため、更新時に手動でのデータ反映を行う運用を検討したが、手順漏れによってデータ反映が行えない場合のリスクを考慮し、1日1回データ同期を行うこととし、RPOを1日前と設定した。

2.1.2 被災時間帯別のRPO

オンライン中に被災した場合は1時間前の状態へ復旧することになっていたが、夜間処理時間帯に切替えが行われた場合は、災対サイトでの復旧後、夜間処理を始めからやり直す運用としたため、夜間処理前の状態に復旧することにした。また、オンライン開始時点で被災した場合は、夜間処理で更新された状態まで復旧することを要件とした(図1)。

2.2 既存環境への変更を抑えた災対サイト構築方針

業務アプリケーションについては、BCP対象となり得る

No.	時間帯	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9
①	オンライン時間帯																											
②	夜間処理時間帯																											
③	空き時間																											
④	①のデータ同期時間対象時間	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
⑤	②のデータ同期時間対象時間																											
⑥	③のデータ同期時間対象時間																											

図1. 被災時間帯別のRPO

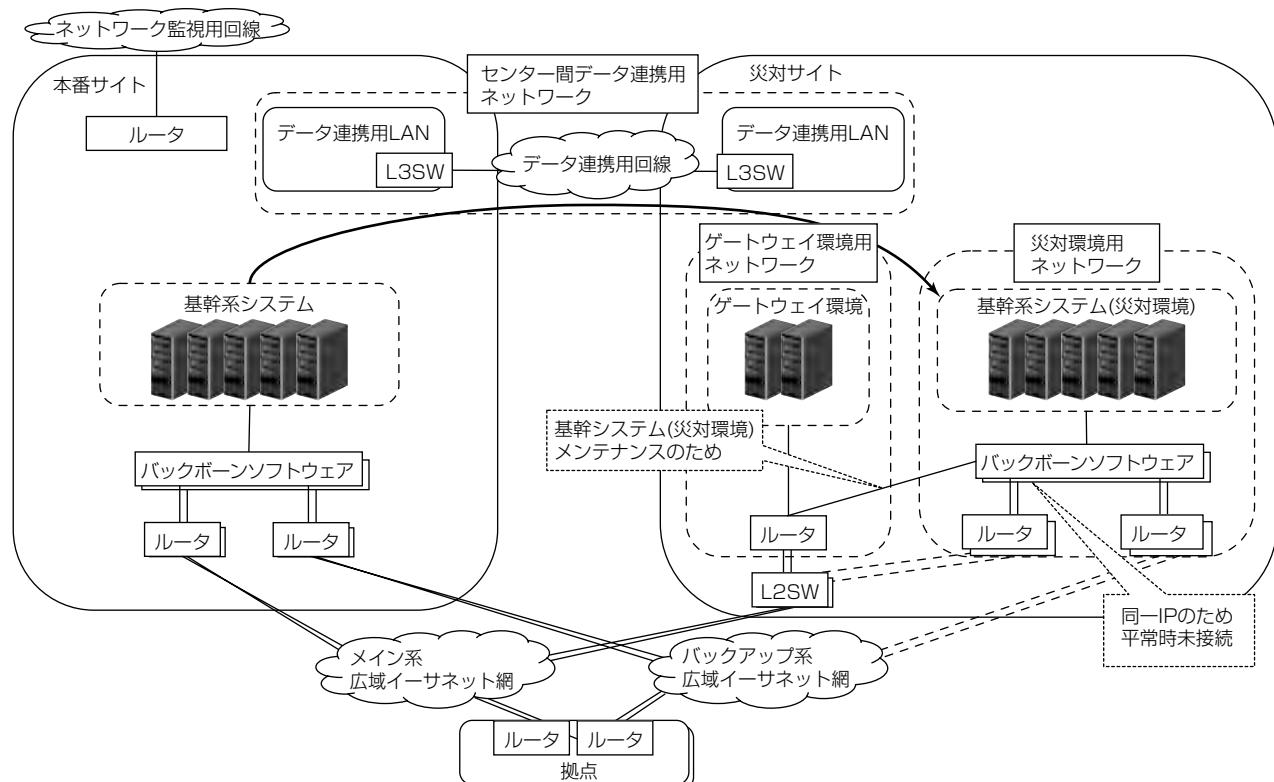
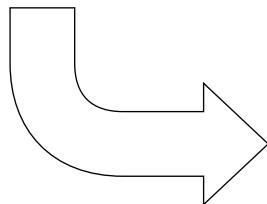


図2. 災対サイト構築方式

(1) 各サーバのオンライン時間帯の最大更新量の調査

会社	対象システム	対象時間帯	データ更新量(GB)
A社	システム#1	オンライン	57
	システム#2	オンライン	27
B社	システム#1	オンライン	24
	システム#2	オンライン	4.75
C社	システム#1	オンライン	87.7
合計			200.45



(2) 1時間当たりに転送可能なデータ量の算出

項目	値	計算式
1時間間隔で同期を行うデータ量	約200GB	—
1セッション当たりの転送量	17Mbps	65,535byte(ウィンドウサイズ)×8/0.03(遅延)
1セッション当たりの転送量 (1時間当たり)	6GB/h	17Mbps(1セッション当たりの転送量)/8×3,600
必要セッション数	34本	200GB(1時間間隔で同期を行うデータ量)/6GB (1セッション当たりの転送量(1時間あたり))
1時間当たりの転送可能容量 (データ非圧縮)	204GB/h	6GB(1セッション当たりの転送量(1時間あたり))×34 (必要セッション数)
圧縮率	0.5	—
1時間当たりの転送可能容量 (データ圧縮)	408GB/h	204GB(1時間後当たりの転送可能容量(データ非圧縮))/ 0.5(圧縮率)
必要回線帯域	578Mbps	17Mbps(1セッション当たりの転送量)×34 (必要セッション数)

図3. サーバごとのデータ更新量の必要回線帯域

範疇(はんちゅう)が広く、また複数他社のベンダーで構築・管理されている。

これによって、本番環境への変更を加えた場合、エンドユーザーへの影響を極小化する意味でも、“既存システムへの変更は行わない”という方針は顧客からの重要な要求であった。そのため、災対サイトに構築するサーバのホスト名、IPアドレス等の固有値を変更した場合の、アプリケーションへの影響範囲を見極めることが重要であったが、そもそもIPアドレスを変更してしまうことで、エンドユーザーの利用にも影響が出てしまうおそれがあったため、災対サイトに構築するシステムは、ホスト名、IPアドレスとともに変更せず、本番サイトのサーバと全く同じ構成のサーバを構築することとした。その際、同一ネットワーク上でIPアドレスが重複することによって問題が発生しないよう

に、平常運用時は災対サイトに設置するルータのネットワークケーブルを抜線しておき、BCP発動時に接続する運用とした。災対サイトでの訓練、平常時のメンテナンスを考慮し、一部対処済みBCPで構築された環境のネットワークを流用し、ゲートウェイ環境を構築することとした(図2)。

2.3 データ更新量とデータ同期用回線

この案件で構築するシステムはデータ更新量が非常に多く、データ同期を行うに当たり、回線帯域不足が懸念された。そこでRPOを満足する仕組みを構築するため、データ同期のシミュレーションを行った。対象は、更新量の多いUNIX系システムとし、オンライン中に更新されたデータを規定時間内に送信完了できるかについて、次によってシミュレーションを実施した(図3)。

(1) 各サーバのオンライン時間帯の最大更新量の調査

- (2) 1時間当たりに転送可能なデータ量の算出
この結果から、1Gbpsのデータ同期用回線の6割を割り当てれば効率的に同期を行えることが確認できた。

3. IT-BCPの同期設計

3.1 ストレージ構成とデータ同期方式

先に述べた通り、災対サイトとのデータ同期方式の検討に当たり、次の2つの要件を満足し、かつ統一的な同期方式を採用する必要があった。

- (1) システム、サーバごとに異なるRPOを満たす
(2) 原則、既存環境への変更を加えない

そこで、各サーバが利用しているストレージの機能によるデータ同期方式とSVCを利用したデータ同期方式についての検討を行ったが、使用しているストレージに左右されないというメリットを考慮し、SVCを利用したデータ同期方式を採用した。なお、SVCの管理下にないサーバについては、運用、切替え時の手順によってデータの最新化が行えるよう対応した。

SVCを利用したデータ同期の実装に当たり、対象サーバを次の3つに分け、サーバごとに災対サイトへ反映が必要なデータを洗い出し、それらの反映方法について検討を行った。

- (1) UNIX系サーバ
(2) VMwareで仮想化されているWindows系サーバ
(3) 物理Windows系サーバ

以降、このグループごとに行った同期対象データの洗い出しと同期方式について述べる。

3.2 UNIX系サーバでのデータ同期方式

災対サイトのUNIX系システムにおける同期対象データの洗い出し、データ同期方式の検討内容を述べる。

この案件の対象となっているUNIX系サーバはローカルディスクとSVC管理下のストレージで構成されている。SVC管理下のストレージに保存されているデータは、SVCの機能によって災対サイト側への反映が行えるため、それ以外のローカルディスクに保存されているデータについてだけ、同期要否と同期方法の検討を行った。

ローカルディスクは主にシステム領域とアプリケーションのインストールディレクトリとして利用されており、各データの更新頻度は低いもののがほとんどであった。また

UNIX系サーバは切替え作業時間短縮のため、通常時から起動しておく方針としていた。そこで、UNIX系サーバのローカルディスクに保存されているデータについては、ゲートウェイ環境経由で災対サイトの対象サーバにアクセスし、手動で更新を反映する運用とした。

UNIX系システムでのデータ同期方式は、データ書き込みの確実性からリモートコピー方式の中でもMetro Mirrorが最有力候補であった。しかし、その仕組みから、遠隔地への同期を行った場合に性能劣化が懸念され、本番環境の業務へ影響が出る恐れがあること、また、複数のサーバの同期を同一タイミングで行うことができないといったデメリットがあった。そこで、本番サイトの対象ボリュームからFlashCopy^(注5)にて取得したボリュームについてMetro Mirrorを利用して同期を行うことで本番環境業務の性能劣化を回避し、複数サーバの同期タイミングをそろえたデータ同期が行える仕組みを採用した。また、同期対象データが非常に大きいため、Metro Mirror間の同期にFC-IP(Fibre Channel Over IP)変換装置を採用し、同期データの圧縮と合わせて伝送速度の向上を図った(図4)。

(注5) FlashCopy, IBMロゴ, ibm.comは、世界の多くの国で登録されたIBM Corp. の登録商標である。

3.3 Windows系サーバでのデータ同期方式

この案件で構築するWindows系サーバには、VMwareで仮想化されているWindows系サーバ、物理Windows系サーバの2種類があった。その中で災対サイトへデータの反映が必要なものは、VMwareにて仮想化されているWindows系サーバであり、かつSVC管理下のストレージにデータが保存されているものだけであった。統一的な復旧方式を採用し復旧手順を簡易化するため、VMwareSRMによる復旧方式を採用した。SVCの機能によるデータ

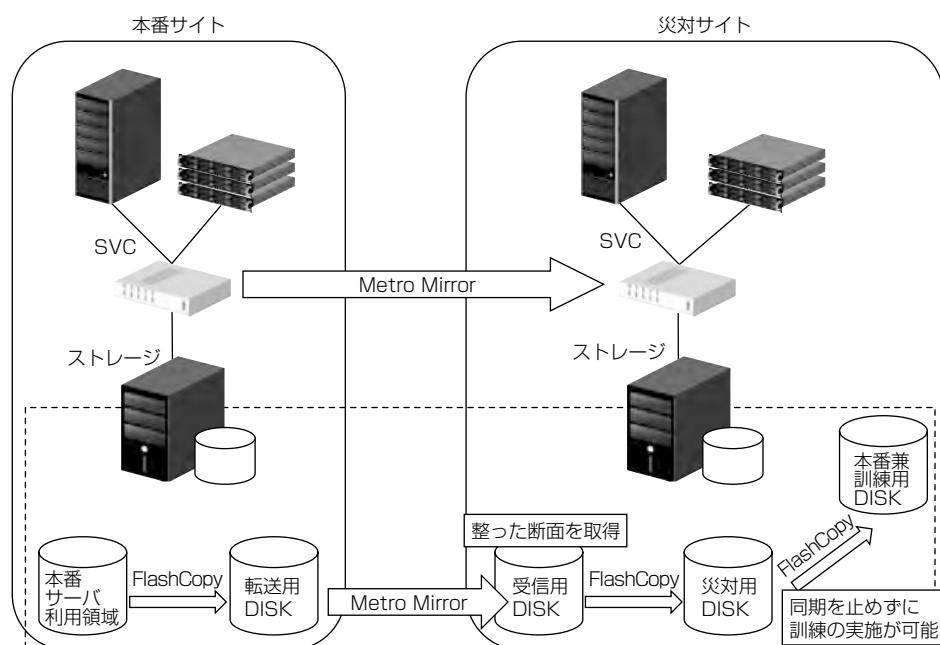


図4. UNIX系サーバのデータ同期方式

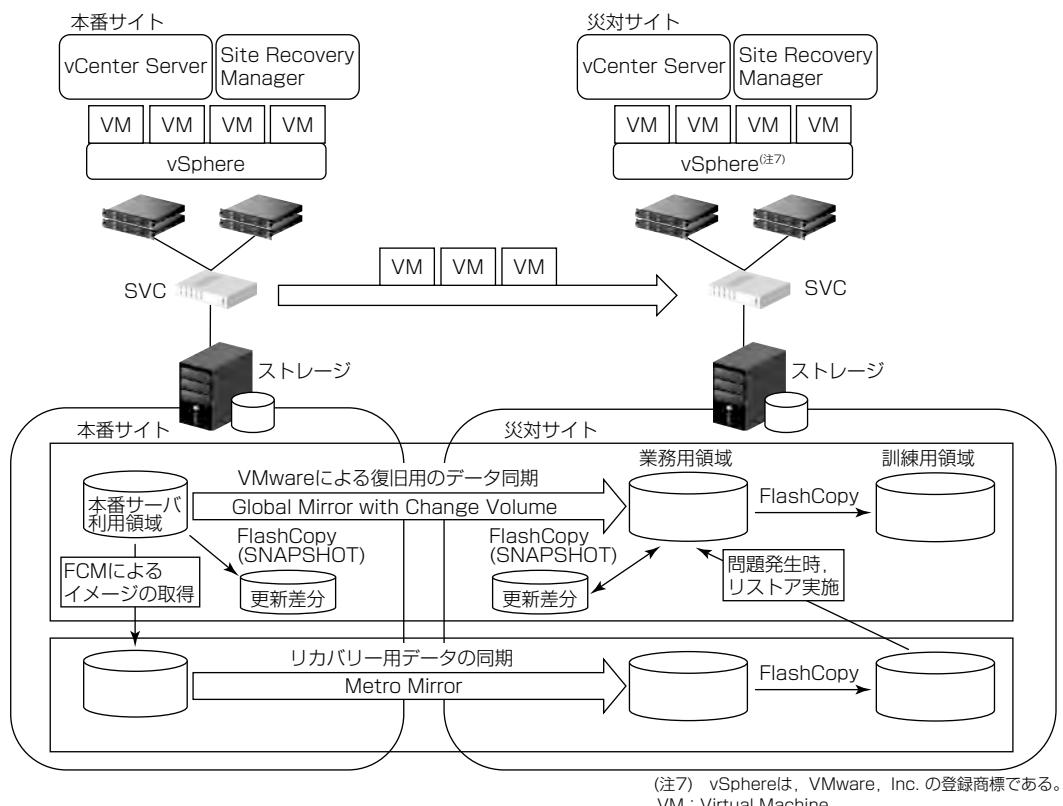


図5. VMwareで仮想化されているデータ同期方式

同期方式を採用し、VMware SRMを利用する場合は、“Global Mirror with ChangeVolume”というデータ同期方式で同期環境を構成する必要があった。

しかし、このデータ同期方式ではクラッシュ・コンシステンシーレベルの整合性しか担保されておらず、アプリケーションの稼働を保障することができなかった。そこで、VMware SRMで復旧できなかった場合の対策として、このデータ同期方式の同期周期と合わせて、オンライン中でも対象サーバの静止状態のデータを取得できるFCM (IBM Tivoli^(注6) Storage FlashCopy Manager for VMware)を本番サイトへ新規導入した。FCMを用いたバックアップを災対サイトへ送信しておき、問題発生等には、そのバックアップからリストアする運用とした(図5)。

(注6) Tivoli, IBMロゴ, ibm.comは、世界の多くの国で登録されたIBM Corp. の登録商標である。

4. む す び

災対サイトを構築する場合、“顧客の業務継続性維持”“最低限、保持すべきリソースは何か”という視点から顧客の業務運用を考慮した上でシステム要件を決定していくプロセスが必要となる。また、システム的にはできるだけ既存環境に変更を加えず、さらに既存システムへの影響を最小限にとどめるように設計・構築を行うことが重要となる。この事例では次について述べた。

- 既存システムへの影響を最低限に抑えた災対サイト構築方針の検討

(2) 既存システムに適したデータ同期方式の検討

(3) データ転送シミュレーション

データ同期方式の検討では、原則既存環境を変更できないという制約があったが、基幹システムが利用しているSVCを利用したデータ同期方式を採用することで、顧客要件を満足させることができた。さらに災対サイトに構築するサーバを本番サイトと同じものとすることで運用負荷、運用コストの低減も実現することができた。

災対サイトは、今後更に一般化し、より低コスト、短期間で構築できるようにするためのノウハウの蓄積、システム構築プロセスの汎用化が求められるため、今回検討した内容がおおいに役に立つと考える。また、このプロジェクトのスコープは災対サイトの構築であったが、バックアップや準本番環境としての利用など、リソースの有効利用という活用方法も考えられ、今後は、これらも踏まえた提案、構築を行っていく。BCP策定時に最も重要視されているのは運用コストである。今回運用負荷、運用コストの低減も加味した構築を行ったが、運用保守を任せているベンダーとして、システム構築だけにとどまらず、運用改善、コストの低減を図っていく。

今回はデータセンターの被災というリスクに対する対策を行ったが、セキュリティリスクなど、世の中にはほかにも多くのリスクが存在する。今後も、運用・保守を通して更なる改善を行い、顧客システムをより良いものにしていくとともに、被災以外のリスクを踏まえたBCP対策ソリューションの提供を行っていく所存である。

MIND統合運用管制システムの二拠点化

Disaster Recovery System of MIND ICC Operation

Yuji Honbu, Kenjiro Ikoma, Yoshihiro Furukawa, Koichi Yamada

本部祐史* 山田耕一**
生駒健二郎* 古川良寛*

要旨

三菱電機情報ネットワーク(株)(MIND)の統合運用管制センター(MIND ICC)では、顧客のICT(Information and Communication Technology)システムの24時間365日の監視運用サービスを提供している。そのMIND ICCの円滑な業務遂行を支えているのが統合運用管制システムである。

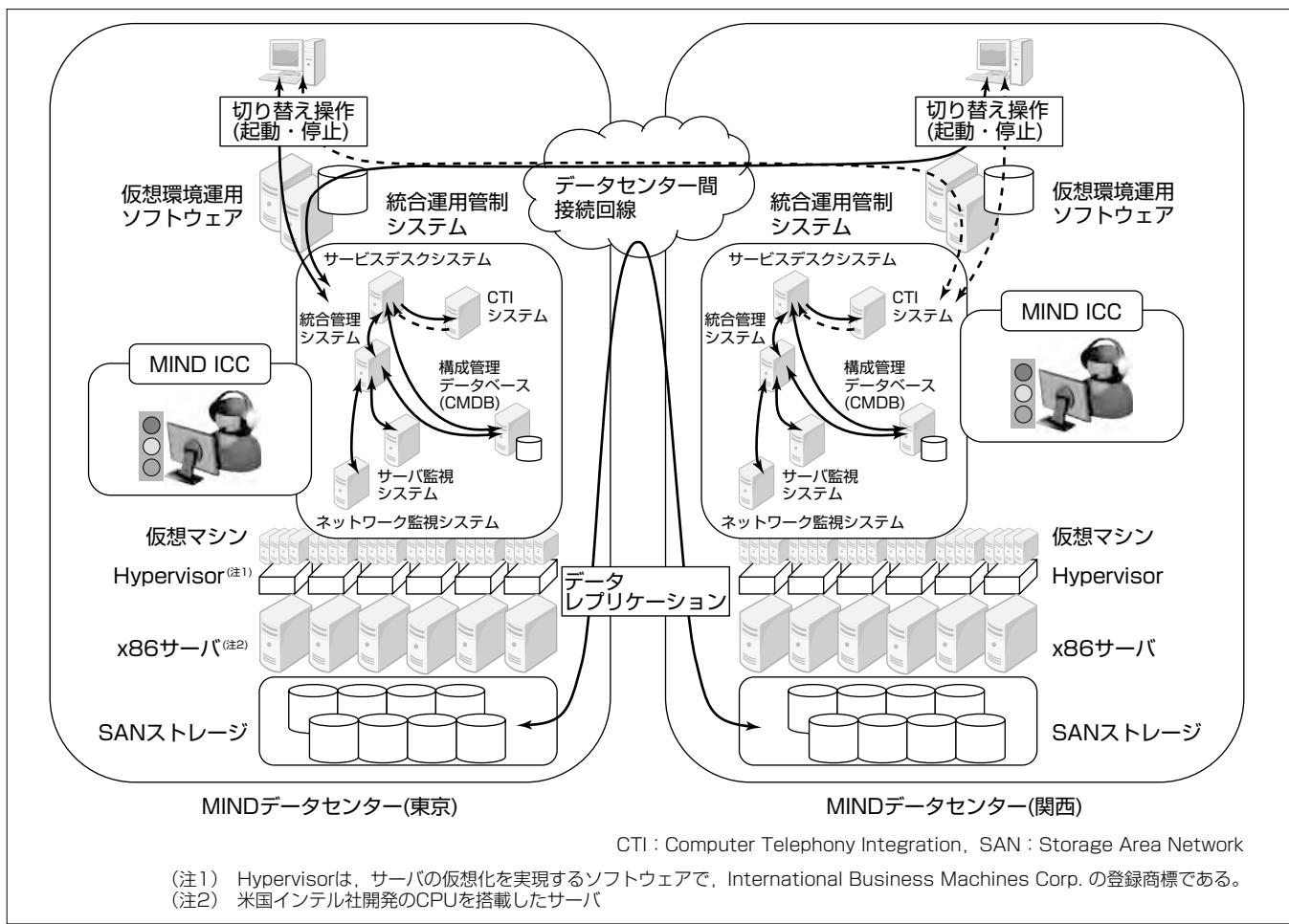
従来、統合運用管制システムはMINDの東京都内のデータセンター内に設置しており、災害などによって、万一、システムの監視機能が停止するとMIND ICCの監視運用サービスを顧客へ提供できなくなってしまう懼れがあった。

東日本大震災の発生に始まり、首都直下型地震発生リスクの高まりを受け、MIND ICCでは、顧客が継続的に安心して監視運用サービスを利用できるよう、関西にあるデータ

センターに統合運用管制システムのDR(Disaster Recovery)システムを構築し、2013年1月から運用を開始している。

また、並行して、実効性のあるBCP(Business Continuity Plan)の維持を目的とした事業継続管理(BCM : Business Continuity Management)規程を策定した。その規程に沿って、有事の際、限られた人員と時間でスムーズにシステムを切り替えて、サービスを再開するための定期的な要員の教育・訓練を日々行っている。

MIND ICCでは、システムと人の両面で磐石(ばんじやく)な災害対策を実現し、顧客のICTシステムの監視運用サービスの安定的な提供を今後とも目指していく。



MIND統合運用管制システムの全体イメージ

統合運用管制システムは、通常、東京のデータセンターの仮想マシン上で稼働しており、東京、関西のMIND ICCのどちらからでも起動、停止を行うことができる。有事の際は、BCM規程に従って、操作可能なデータセンターから容易に切替え操作を行い、MIND ICCの監視運用サービスを顧客へ継続して提供することが可能なシステム構成になっている。

1. まえがき

MIND ICCでは、データセンター、ネットワーク、サーバ、セキュリティからアプリケーションに至るまで、顧客のICTシステムに対して24時間365日の高度な監視運用サービスを提供している。そのMIND ICCの日々の円滑な業務遂行を支えているのが統合運用管制システムである。

本稿では、この統合運用管制システムのDRシステムの構築、及び業務に従事する要員向けに策定した有事の際のBCM規程について述べる。

2. 開発の目的と方針

2.1 背景と目的

2011年3月11日東北地方を中心に太平洋沿岸に被害をもたらした東日本大震災の発生に始まり、首都直下型地震発生のリスクも高まっている。このような状況下で、三菱電機株では東京、関西のデータセンター内に、それぞれ基幹システムのメインシステムとDRシステムを構築するという二拠点化プロジェクトに着工した。これに合わせてMINDでは、どんな時でも顧客が安心して監視運用サービスを利用できる基盤・組織づくりを目指して、統合運用管制システムのDRシステムの構築プロジェクトを立ち上げた。

2.2 構築要件

統合運用管制システムのDRシステム構築に当たり、次の5点を要件として打ち出し、まずは三菱電機株の二拠点化される基幹システムを対象として要件検討を実施した。

- (1) 関西のデータセンター内にあるMIND ICCで、DRシステムを使って監視運用サービスを継続する。
- (2) 首都直下型地震によって、電力が1週間、通信が2週間停止する被害を想定する。
- (3) RTO(Recovery Time Objective)：4時間未満、RPO(Recovery Point Objective)：被災直前を目標とする（三菱電機株の二拠点化システムの要件を考慮）。
- (4) 2012年6月に構築を開始し、三菱電機株の二拠点化システムが稼働する2013年1月までの6ヶ月間でDRシステムを構築する。
- (5) 有事の際、管理者と連絡が取れなくとも、東西のMIND ICCのオペレータが自立的にDRシステムへ切り替えることができる。

3. 統合運用管制システムの二拠点化

3.1 システムの構成と基本機能

現在の統合運用管制システムは、セキュリティレベルと可用性の高いMINDの東京のデータセンターに設置され、ITサービス管理のベストプラクティスを包括したデファクトスタンダードであるITIL(Information Technology Infrastructure Library)に基づき、監視運用業務の標準化・自動化を図り、2006年8月に稼働したシステムである。以降、今日に至るまで様々な機能拡張を行っている。統合運用管制システムは、主に次の6つのサブシステムから構成され、これらのサブシステムが相互に密接に連携することで、オペレータ作業の自動化、効率化を図るとともに、MIND ICCの円滑な業務遂行を支えている（図1）。

(1) ネットワーク監視システム

ネットワーク監視システムは、マルチベンダーの多種多様のネットワーク機器を対象として、PING(Packet Internet Groper)による死活監視、トラップ監視、性能監視等を行う。

(2) サーバ監視システム

サーバ監視システムは、マルチベンダー、マルチOSのサーバ機器を対象として、PINGによる死活監視、ポート監視、リソース監視、ログ監視、性能監視等を行う。

(3) 統合管理システム

統合管理システムは、それぞれの監視システムで検知したアラート^(注3)を一元的に管理し、構成管理データベース（Configuration Management Database System : CMDB）と連携することでアラートの影響を受ける顧客、システム、アラートの重要度、影響度等の判別を行う。

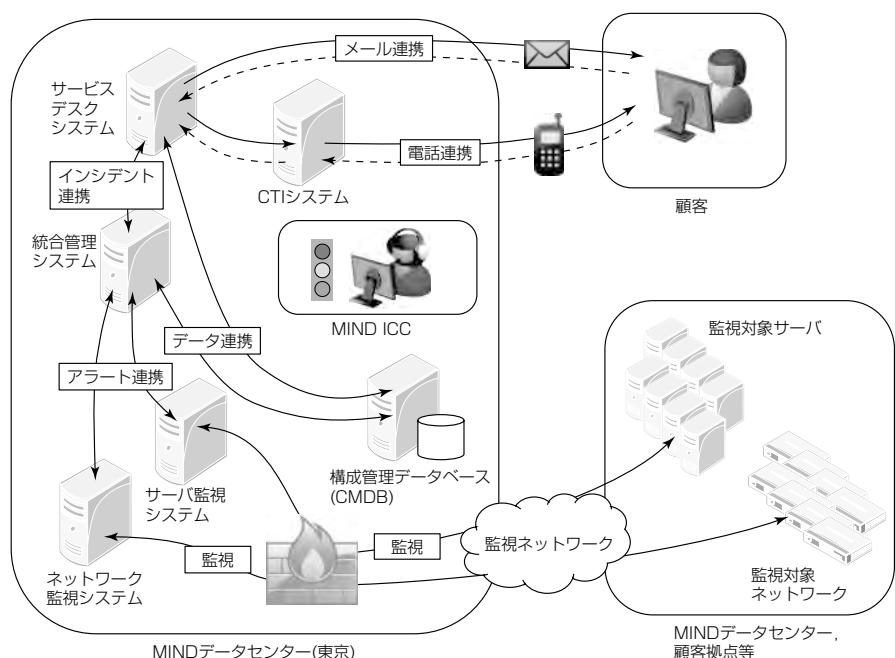


図1. 統合運用管制システム構成

(4) CTIシステム

CTIシステムは、電話の受発信を管理し、担当オペレータへの電話着信の振り分け、音声ガイダンスの発信を行う。

(5) サービスデスクシステム

サービスデスクシステムは、統合管理システム、CTIシステム、CMDBと連携し、全ての検知アラート、及び電話やメールによる顧客からの問合せをインシデントとして管理し、担当オペレータへのインシデントの振り分け、専門部隊へのエスカレーション、インシデントの対処状況等の一元管理を行う。

(6) 構成管理データベース(CMDB)

CMDBでは、ネットワーク機器、サーバ機器、顧客情報、運用情報等、監視運用サービスを提供するために必要な情報の一元管理を行う。

(注3) 注意、警告を促す表示、通知メッセージ

3.2 二拠点化実現に向けたVPOサービスの採用

東京のデータセンターで稼働しているこれらのメインシステムと同等のDRシステムを直線距離で約400km離れた関西のデータセンターに短期間で構築し、いつ発生するか分からない災害に備えて、DRシステムを維持し続けるためには、サーバの移行や再構築を容易に行うことができるサーバの仮想化技術と、高速かつ確実なデータレプリケーション技術の適用が有効である。

また、災害発生時に、システムに精通したシステム管理者と連絡が取れないことを想定して、誰でも容易にDRシステムへ切り替えられるように運用支援ツール、自動オペレーションの仕組みを導入しておくことが必須である。さらに、MIND ICCは24時間365日のサービスを提供していることから高い可用性を実現する必要がある。

これらの統合運用管制システムの二拠点化の実現に必要不可欠な要件を満たすため、MINDが提供するIaaS(Infrastructure as a Service)型プラットフォームサービス“Value Platform on Demand”(VPOサービス)を採用した。MINDのVPOサービスは、サーバ、ストレージ、ネットワークといった物理的なインフラストラクチャの提供から、複数のデータセンターに跨(またが)る仮想化されたシステム構成にも対応しており、二拠点化が前提となる今回のプロジェクトの要件に合致するものである。

3.3 VPOサービスの適用方式

VPOサービスの適用に当たっては、統合運用管制システムに求められる高い可用性の実現と、短期間での構築という要件を満たすために次の3.3.1項、3.3.2項に示す通り、ハードウェア、及びソフトウェアはMIND ICC専用の設備と他のユーザーも使用している共用設備を適材適所に配置し、プライベートクラウド環境を構築する这种方式を採用することとした。

3.3.1 専用設備

(1) 仮想サーバ(x86サーバとHypervisor)

メインシステム、DRシステムのインフラ基盤となる仮想サーバである。可用性と他のユーザーとは独立したメンテナンス性を向上させるために専用設備とした。

(2) 仮想環境運用ソフトウェア

DRシステムへの切替え発動時の容易な操作をサポートする運用ソフトウェアである。今回のプロジェクトの方針、要件を満たすためには、他のユーザーとは独立して切り替え、監視運用サービスを再開させる必要があるため専用設備とした。

3.3.2 共用設備

(1) SANストレージ

仮想マシンを保管するSANストレージである。オンデマンド^(注4)性、将来的な拡張性を考慮した仕組みが確立している共用設備を利用することとした。また、複数のSANストレージ間でのデータレプリケーション機能を持っている。

(2) データセンター間接続回線(データレプリケーション)

東西のデータセンター間でSANストレージ内のデータを同期するための回線である。実績のある共用の10GBの広域回線を利用することとした。

(注4) 要求に応じてサービスを提供すること

3.4 システムの構築手順

システムの構築手順は次のとおりである。

- (1) MINDのVPOサービスを活用して、東京のデータセンターにメインシステム用、関西のデータセンターにDRシステム用のプライベートクラウド環境を構築した(図2)。
- (2) 共用の10Gbpsの広域回線を使って、ほぼリアルタイムに東西のSANストレージ内のデータレプリケーションを実現できる環境を構築した。

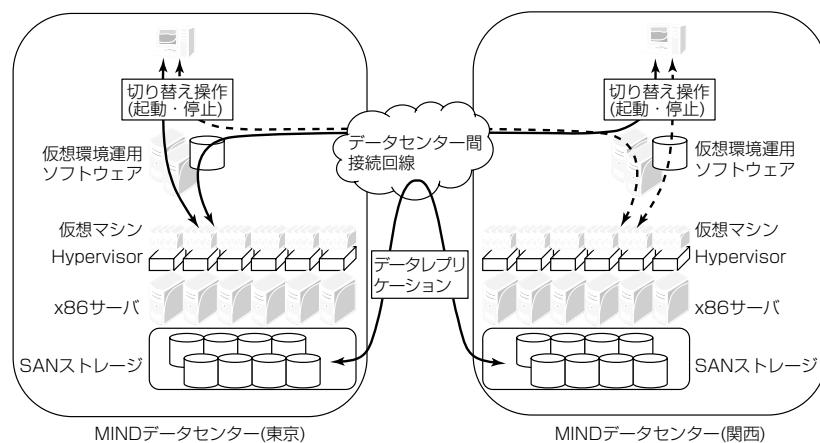


図2. VPOサービスを活用したプライベートクラウド環境

(3) 東京のメインシステムを順次プライベートクラウド環境に移行、又は再構築した。この時点でSANストレージのレプリケーション機能によって、東京側のメインシステムのデータイメージが関西側にレプリケーションされ、DRシステムのデータイメージが完成した。

(4) 仮想環境運用ソフトウェアや自動オペレーションツールを使って、東京側のメインシステムの停止、関西側のDRシステムの起動、切替えが東西のMIND ICCのどちらからでも容易に実行できることを確認し、システム構築を完了した。

3.5 VPOサービス適用のメリット

VPOサービスの適用によって、6つのサブシステムから構成される大規模なシステム構築作業をわずか6か月で完遂することができた。また、“RTO：2時間、RPO：被災直前”を実現して目標を達成できた。VPOサービスは、事前検証によって、サーバ、ストレージ等の設備、構成アイテムの互換性が確保されており、また、その構築手順が確立されているため、オンプレミスで構築するよりも初動コストと構築期間を低減し、かつシステムの堅牢(けんろう)性向上を図ることができる。

一方、運用面では、従来MIND ICCのシステム開発者がサーバ、ネットワークの管理も合わせて行っていたが、その管理をより専門性の高いIaaS運営のエキスパートがサポートすることによって、MIND ICCではサーバ、ネットワーク管理に関わる作業負荷を低減することができ、本来の専門分野である統合運用管制システムの開発、維持に注力することができるようになる。

4. BCM規程

有事の際、限られた人員と時間でスムーズにシステムを切り替えて、サービスを再開するとともに、実効性のあるBCPを継続的に改善していく事業継続管理(BCM)が必要であると考え、MIND ICCでは、独自のBCM規程を策定した。現在、定期的に事業環境とBCPの適合性を確認、見直しを検討するPDCA(Plan, Do, Check, Act)活動を実施している。

BCM規程には、主に次のような指針を定めている。

(1) 被災想定

被災想定は、管理者不在の休日夜間に、首都圏で震度6弱以上の大震災が発生し、東京都内にあるMINDのデータセンターが全て利用できない状況を想定した。また、メインシステムが設置されているデータセンターは、電力供給が停止し、被災から15時間で非常用電源も停止することを前提としている。

(2) 災害時基本行動指針

災害時基本行動指針は、従業員及び家族の健康・安全の

維持・確保を第1とし、次に顧客への影響の最小化、最後にMINDの経済的被害の最小化と続く。また判断に迷った場合は、刑法、企業理念、基本方針に反する行為、それが周知の事実となった場合に、会社又は個人が批判を受ける可能性のある行為でなければ、個人の判断で行動することを認めている。

(3) 災害対応

災害対応(DRシステム切替え)は、災害が発生してからDRシステムへの切替えが完了するまでの体制・役割、フローを記載している。従業員及び家族の健康・安全の維持・確保を行った上で、管理者と連絡が取れない場合でも、東西のMIND ICCのオペレータが自立的に判断し、非常用電源が停止するまでに、仮想環境運用ソフトウェアなどを利用し、手順書に従って作業するだけで、メインシステムの停止、DRシステムの起動を実行できるようになっている。

(4) 復旧対応

復旧対応(メインシステムへの切り戻し)は、災害発生後の状況に左右されるため、事前の計画策定は困難である。したがって、切り替え後に、メインシステムの状況、電力供給、通信、公共交通機関等、社会インフラの復旧状況、人員、体制の状況、リスク、顧客システムの稼働見込み等を考慮し、経営層の意思を確認した上で時期を決定し、復旧計画を策定、実行することを記載している。

(5) BCMライフサイクル

実効性のあるBCPとするためには、平常時の教育、事業継続訓練等の活動を通して、ビジネス状況、事業継続を取り巻く環境の変化に対応できるよう、定期的にビジネスとBCPの適合性の確認を行い、必要に応じて、被災想定、対象業務、RPO、RTOの見直しを行うことを記載している。

5. むすび

現在も継続して、BCPに関する教育、訓練、マネジメントレビュー等の事業継続管理活動を行うとともに、三菱電機㈱の関係会社などの顧客システムへの展開など、二拠点化対象システムの適用範囲拡大を推進している。

MIND ICCは、システムと人の両面で磐石な災害対策を実現し、顧客のICTシステムの監視運用サービスの安定的な提供を今後とも目指す所存である。

参考文献

- (1) 猪股義晴、ほか：サービスレベルと信頼性を向上させた新統合管制センターによるITILプロアクティブ運用管理サービスソリューション、三菱電機技報、80、No.4、289～292（2006）

ATM搭載型 デジタルサイネージシステム

山本俊輔* 森垣 努*
森口 修*
吉田裕美*

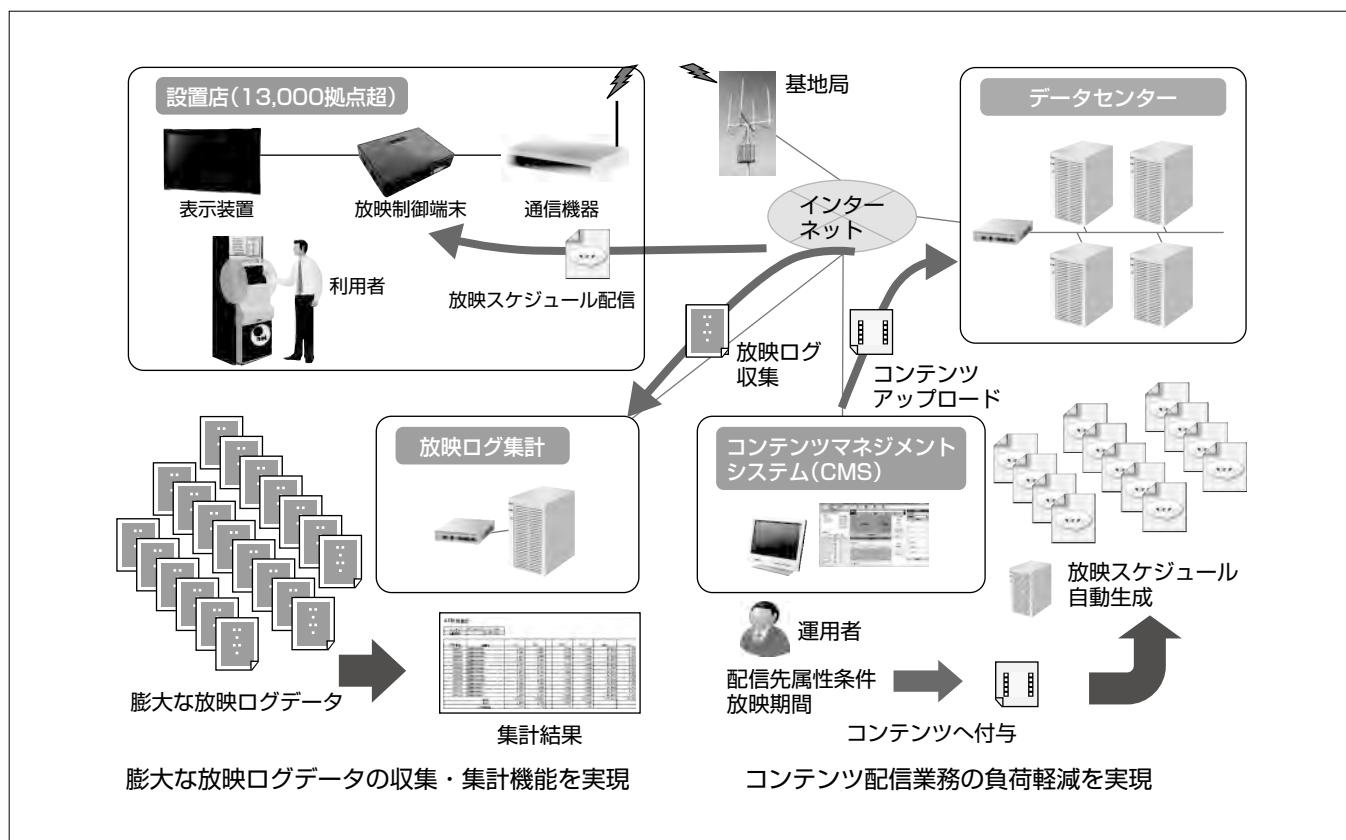
ATM-mounted Digital Signage System

Shunsuke Yamamoto, Osamu Moriguchi, Hiromi Yoshida, Tsutomu Morigaki

要 旨

近年、デジタルサイネージシステムの多様化が進み、利用者への画一的な情報の発信にとどまらないサイネージシステムが増加している。三菱電機インフォメーションシステムズ(株)(MDIS)では、(株)イーネットが運用するコンビニATM(Automated Teller Machine)上部に表示装置及び放映制御端末を設置し、ATMのセカンドディスプレイとしてATM利用者などへ各種情報を提供することを主な目的とする大規模端末数に対応したデジタルサイネージシステム(以下“イーネットデジタルサイネージシステム”という。)を開発した。(株)イーネットは1999年に日本アイ・ビー・エム(株)、メガバンク、(株)ファミリーマート、セコム(株)等の出資を基に設立され、2014年4月現在、コンビニATM運営会社のパイオニアとして全国46都道府県で13,000台以上の

ATMを運用している。提携金融機関については、メガバンク、地方銀行の計76行と提携しており、同社ATMではほぼ全ての銀行キャッシュカードの利用及びクレジットカードなどのキャッシング等の利用が可能となっている。当システムの特長としては、放映内容が定義される放映スケジュールファイルの生成で人間が判断し操作しなければならない箇所を最小限とし、システムの自動化処理によって放映制御端末ごとにきめ細かに放映内容を設定することを可能にしたこと、また放映制御端末に蓄積される膨大な放映ログデータを収集・集計する放映ログ集計機能を実装し、放映依頼者にも集計結果を提供可能な仕組みを構築したこと等が挙げられる。



イーネットデジタルサイネージシステム

イーネットデジタルサイネージシステムは、設置拠点に表示装置、放映制御端末、通信機器、データセンターに管理サーバ群、運用者拠点にCMSを保持する。CMSでは放映制御端末及びコンテンツに属性値を付与し、属性値のマッチング処理によって放映制御端末に配信するコンテンツを抽出・配信する属性マッチング配信機能を実装した。また、膨大な放映ログデータの収集・集計のための放映ログ集計機能を提供している。

1. まえがき

近年、デジタルサイネージの利用方法が、大型表示装置から小型表示装置へ、公共機関・大手企業から流通・リテール分野へ、広告用途から情報提供・販促用途へと多様化している。フルカラー大型表示装置を用いたデジタルサイネージは、1980年に米ドジャーラ・スタジアムに設置した“オーロラビジョン”にまで遡り、現在でも野球場・競技場・競馬場等への導入が進んでいる。21世紀に入ると、デジタルサイネージは鉄道・空港・金融機関・大型商業施設等の公共機関・大手企業へと導入され急速な広がりを見せている。特に鉄道分野への導入が進んでおり、駅構内の通路両側に65型液晶表示装置を44台設置したJR品川駅の“J・AD(ジェイ・アド)ビジョン”^(注1)や、鉄道車両客用ドア鴨居(かもい)部分に15型液晶表示装置を設置した東日本旅客鉄道株の“トレインチャンネル”^(注1)が有名である。2008年頃からのデジタルサイネージは、大手スーパー・マーケットやコンビニエンスストア等の流通・リテール分野へと広がりを見せており⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾。

MDISでは、(株)イーネットが運用するコンビニATM上部に表示装置及び放映制御端末を設置し、ATMのセカンドディスプレイとしてATM利用者などへ各種情報を提供することを主な目的とする、大規模端末台数に対応したデジタルサイネージシステムを構築した⁽⁴⁾。

本稿では、(株)イーネットのデジタルサイネージシステム構築時に実装したコンテンツ配信機能と放映ログ集計機能について述べる。

(注1) J・ADビジョン、トレインチャンネルは、(株)ジェイアール東日本企画の登録商標である。

2. デジタルサイネージシステムの課題

一般的なデジタルサイネージシステムのコンテンツ配信の運用作業、及び広告効果を把握する場合の課題について述べる。

2.1 コンテンツ配信時の運用負荷と配信ミスの問題

デジタルサイネージシステムのコンテンツ配信は、一般に、①コンテンツのアップロード、②コンテンツを組み合わせて放映時間などを定義した番組の作成、③月間スケジュールの作成、④放映制御端末への番組や月間スケジュールの割当てといった配信運用作業が必要である。特に、膨大な台数の放映制御端末に別々の内容を放映させたい場合には、これら配信運用作業をコンテンツや放映条件別に繰り返し行う必要があり、複雑化した定義は配信ミスを誘発させる要因になる。デジタルサイネージシステムが大規模化かつ高度化し、コンテンツの種類、放映パターン、放映条件をきめ細やかに設定し、最大の広告効果を得るという要件に対して、運用負荷を軽減し、配信ミスを削減するための対策が求められている。

2.2 デジタルサイネージシステム利用による広告効果把握の問題

デジタルサイネージシステムの放映依頼者は、コンテンツを繰り返し放映することで多数の利用者の目に触れるようにし、コンテンツにインパクト性を持たせることで利用者の心を掴(つか)むことを狙っている。放映依頼者には、自社のコンテンツがどの場所でどれだけ放映されたかに関して、実績値を確認したい要望がある。放映回数の実績値と製品・サービスの売上に相関関係が見出されれば、継続してデジタルサイネージシステムを利用して自社製品・サービスを広告しようと試みる。しかしながらサイネージ事業者側は、コンテンツの放映回数の実績値を依頼者に提供することは、膨大なデータ量の処理、機器障害発生の可能性、証拠不十分であること等が要因で実現に至らないケースが多い。この膨大な放映ログデータを収集・集計・提供できれば、放映依頼者にとって更なる放映内容の改善と、放映場所、放映時間帯、放映回数等の調整が可能となり、デジタルサイネージシステムが企業のマーケティングに対して、より効果的に重要な役割を担うことになると考えられる。

3. イーネットデジタルサイネージシステムの主要機能

イーネットデジタルサイネージシステムの主要機能として、コンテンツ配信機能及び放映ログ集計機能について述べる。

3.1 コンテンツ配信機能

コンテンツ配信機能(Contents Management System: CMS)は、大規模デジタルサイネージシステムとして、人間が判断し操作しなければならない箇所を可能な限り減らし、システムの自動化処理によって放映制御端末ごとにきめ細やかなコンテンツ配信を実現する機能を搭載している。CMSを利用したコンテンツ配信手順を次に示す(図1)。

- (1) 放映制御端末に属性値を設定する。
- (2) 番組を作成する。
 - (2-1) 画面レイアウト構成を作成する。
 - (2-2) 各レイヤヘコンテンツを割り当てる。
 - (2-3) コンテンツに対し属性値、放映期間、放映時間帯を設定する。
- (3) 作成した番組を対象の放映制御端末に割り当てる。

サイネージシステム運用者によってこれらの操作が行われた後、日次のバッチ処理によって属性値のマッチングが実行され、稼働している全ての放映制御端末に対して属性値が一致するコンテンツを抽出し、放映制御端末ごとの放映スケジュールを生成する。あらかじめ決められたタイミングで、放映制御端末からサーバに対し、生成された放映スケジュールを取りにいくことで、コンテンツの配信を実現している。また、現在の放映を継続しながら配信するバックグラウンド配信方式、及び無線回線が途切れた場合、

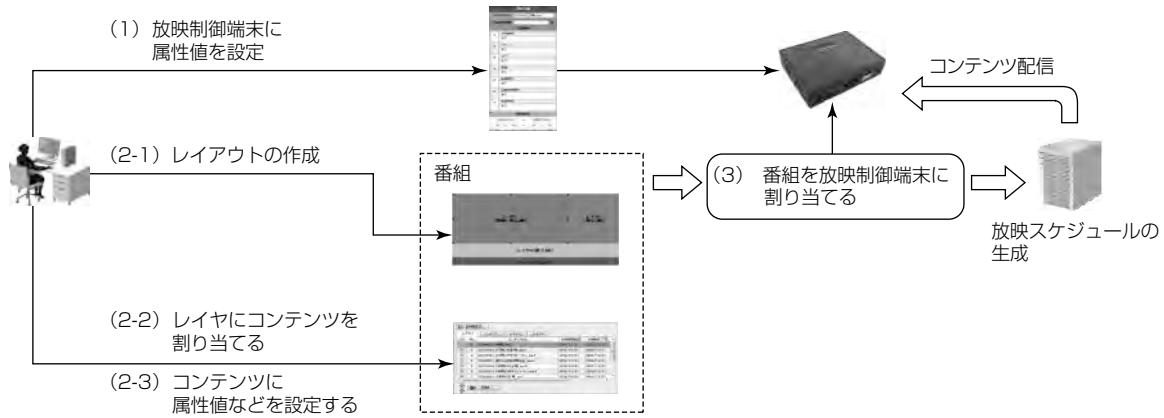


図1. コンテンツ配信手順



図2. レイアウト・番組作成画面

再接続時にコンテンツダウンロードが継続できるレジュームダウンロード方式も実装している。

このCMSのレイアウト・番組作成画面を図2に示す。この画面では、コンテンツのアップロード、レイアウトの作成、コンテンツのレイヤ割当て、コンテンツへの属性値や放映条件の設定を行うことができる。

3.2 放映ログ集計機能

放映ログ集計は、コンテンツ放映回数の実績値からなる集計表を作成する機能である(図3)。放映依頼者への提供を想定し、依頼者と1対1に紐(ひも)付くコンテンツを集計の基本単位とする。集計表は、横軸を1か月の日付、縦軸を端末別と時間帯別の2種類とし、表計算アプリケーション形式で作成し、常時参照可能な共有フォルダ内へ集計結果を出力する。入力はCMSから連携した全放映制御端末の放映ログデータであり、収集から集計までを日次のバッチ処理で実行する。

4. デジタルサイネージシステムによる課題への対応

2章に挙げた課題を解決するためのコンテンツ配信機能及び放映ログ集計機能での対応内容について述べる。

4.1 属性マッチング配信方式による運用者の作業負荷の軽減

従来のコンテンツ配信方式では、放映するコンテンツの

放映対象に基づいて、あらかじめ放映制御端末をグルーピングしておく必要があった。さらに、各コンテンツの放映期間が異なる場合、放映期間が重なる期間とそうでない期間それぞれの番組を作成する必要があり、運用者は非常に困難な作業を強いられることがあった。

そこで、イーネットデジタルサイネージシステムではCMS上で放映制御端末とコンテンツの双方に、ATM番号、地域、業態、店舗種別、店舗名、営業時間等の属性値を設定し、日次のバッチ処理で双方の属性値のマッチングを実行し、属性値が一致するコンテンツを抽出して番組として構成し、対象の放映制御端末の放映スケジュールを決定する属性マッチング配信方式を開発した。図4は属性マッチング配信方式のマッチング処理のイメージを示す。図の上表のようにコンテンツに放映対象とする属性値が設定されていた場合、図の下表のように属性値が設定されている放映制御端末で放映するコンテンツとして、マッチング処理によって“動画2”と“テロップ1”が抽出される。上表から、この2つのコンテンツに設定されているレイアウト及び放映条件を用いて番組を構成し、放映スケジュールを生成する。この方式を取ることで、どれだけ放映条件(属性値)のバリエーションが増えても運用者の作業負荷を増加させずに放映制御端末ごとに適切な放映スケジュールの生成・配信を行うことができる。

4.2 放映ログ集計のスケーラビリティ確保の工夫

放映ログ集計の入力となる放映ログデータは、端末数を13,000台とすると、1日で5.2億件、1か月の集計対象期間では150億件を超えるため、放映ログ集計には処理性能や記憶容量というスケーラビリティが要求される。放映ログ集計は、図3に示したとおり、放映ログデータの収集・解析、データベース格納、及び集計という3つの処理フェーズからなり、フェーズごとに異なるスケーラビリティ要求をクリアする必要がある。

(1) 収集・解析フェーズの処理性能確保

収集・解析フェーズでは、大量のデータを解析する必要があるため、入出力資源とCPU(Central Processing Unit)資源で制限される処理性能が問題となる。そこで、データ

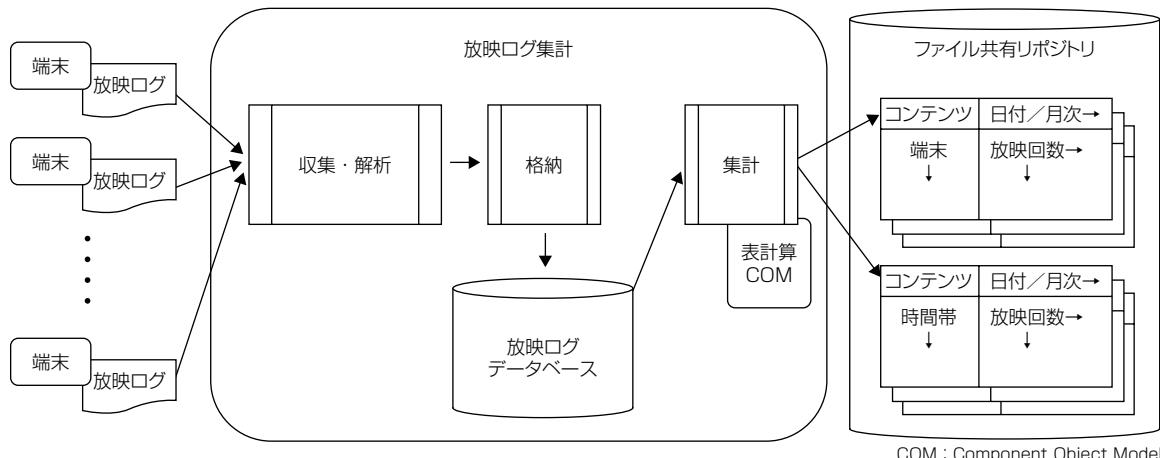


図3. 放映ログ集計

コンテンツ	属性						レイアウト	放映条件	
	地域	業態	店舗種別	…	営業時間	レイアウト		放映期間	放映時間帯
動画1	東京都港区	コンビニ	A	…	非24H	A	1	4/1~5/30	0:00~23:59
動画2	東京都港区	コンビニ	B	…	24H	A	1	4/1~5/30	0:00~23:59
静止画1	東京都中央区	コンビニ	A	…	24H	A	2	4/1~12/31	0:00~23:59
静止画2	東京都中央区	コンビニ	B	…	非24H	A	2	4/1~5/30	0:00~23:59
静止画3	千葉県船橋市	コンビニ	C	…	24H	A	3	4/1~5/30	0:00~23:59
テロップ1	東京都港区	コンビニ	B	…	24H	A	4	4/1~12/31	0:00~23:59
テロップ2	東京都中央区	コンビニ	B	…	24H	A	4	4/1~5/30	0:00~23:59

↑ マッチング処理
(動画2とテロップ1が配信対象)

放映制御端末	属性				
	地域	業態	店舗種別	…	営業時間
	東京都港区	コンビニ	B	…	24H

図4. 属性マッチング配信方式

の読み込みと解析をパイプライン処理することで、処理サーバの資源の有効活用を図っている。

(2) データベース格納フェーズの記憶容量確保

データベース格納フェーズでは、大量のデータを保存する必要があるため、記憶容量が問題となる。そこで、次の3つの工夫を施すことで、13,000台1か月分の格納データサイズを数十GB程度に抑えることを実現している。

- ①データベースに格納するデータを集計が必要なコンテンツだけに絞り込む。
 - ②データベース領域使用サイズを最小化するためにデータベース設計を最適化する。
 - ③秒単位の放映時刻を時間帯ごとの放映回数へ変換するという非可逆圧縮を施す。
- (3) 集計フェーズの処理性能確保
- 集計フェーズでは、端末数だけでなくコンテンツ数にも

依存して処理性能が問題となる。しかも、集計表をオフラインで利用したいという要件があるため、集計表からデータベースをオンラインに参照して集計するという方法は使えない。そこで、人が表計算アプリケーションを用いて集計表を作成する操作を、Microsoft社が提唱するCOM (Component Object Model) インタフェースを用いて実装した。これによって、5.2億件のログを数時間で集計することが可能となっている。

これらの工夫によって、膨大なログデータを収集・集計するという課題を解決している。

5. 導入効果

インターネットデジタルサイネージシステムでの効果について述べる。(株)イーネットでは2014年4月現在、コンビニATM運営会社のパイオニアとして全国46都道府県で13,000台以上

のATMを運用しており、ATMの設置先はコンビニエンスストア、スーパー、アウトレットモール、ショッピングセンター、ドラッグストア、カフェ、病院等、様々な拠点に設置している。代表的な設置拠点であるコンビニエンスストア・スーパー等では店内改装時のATM移設・再設置・撤去が頻繁に行われる場合もあり、その際に付随する回線工事を無線化することで不要とした。これによって機動性を担保し、なおかつ安価な通信費用での運用を可能としている。

イーネットデジタルサイネージシステムでは、13,000台以上の放映制御端末を管理する場合、従来型のコンテンツ配信では膨大な運用作業が必要になるとともに、設置先ごとにパターンの異なる内容を配信するなどのきめ細かな番組作成が人間の管理可能限界に達してしまうことが課題であったが、このシステムを開発することで、人間が判断し操作する部分を最小限に抑えた属性マッチング配信方式を実装したサイネージシステム運用を実現できた。さらに放映制御端末やコンテンツの種類が多いほどデータ量が増大化する放映ログについても、放映ログ集計機能の実装によって、放映依頼元への放映ログ出力件数の実績値を提供し、広告効果把握などでの活用を可能にした。

6. む す び

デジタルサイネージシステムの導入を検討する企業が増加してきている。ATM搭載型デジタルサイネージシステムは、自社製品・サービスの特性を鑑みて放映する地域、放映回数、時間帯等を調整できるため、これまでポスターなどの紙ベースの広告やDVD(Digital Versatile Disc)などの媒体による画一的な広告が中心であった企業に対し、効果的なマーケティングツールとなり得る。

今後は、インタラクティブ機能を保持するサイネージシステムが増加していくほか、スマートフォンなどの携帯端末との連動、企業だけでなく個人が提供する広告映像の放

映等、様々なサービスへの発展が考えられる。

さらに、2014年2月にデジタルサイネージコンソーシアムから“東京オリンピックに向けた提言”が発信され、次の4点のメディアの整備が提言されている⁽⁵⁾。

- (1) 4K8Kによるパブリックビューリング拠点を整備し防災情報機能も具備
- (2) 英中韓3か国語による対話式の案内表示
- (3) テレビ、スマートフォン・タブレット及びデジタルサイネージが放送及びインターネットと連携
- (4) デジタルサイネージから得られる統計データを収集・分析・連携してビッグデータとして活用

このシステムもその潮流に追随し、コンビニエンスストアなどに設置されたデジタルサイネージシステムが災害時にも情報発信可能な公共インフラとなることはもちろん、多言語表示や他の表示媒体との連携による発展性を考慮し、大規模デジタルサイネージシステムインフラの更なる増強・拡張、新たなサイネージソリューションの開発による次世代サイネージの提供、利用者の本質的な要求に応えられるサイネージサービスの拡充を図っていく。

参 考 文 献

- (1) 藤本仁志、ほか：デジタルサイネージの最新動向、情報処理、52、No.10、1280～1287（2011）
- (2) 公共施設向けデジタルサイネージの新デザイン、三菱電機技報、87、No.1、4（2013）
- (3) 切通聰、ほか：オーロラビジョンの高性能化技術と応用、三菱電機技報、87、No.10、560～563（2013）
- (4) ATM搭載型デジタルサイネージシステム、三菱電機技報、88、No.1、67（2014）
- (5) デジタルサイネージコンソーシアム：東京オリンピックに向けた提言（2014）
<http://www.digital-signage.jp/>

公衆無線用アクセスポイントを収容するネットワークの構築

石川幸生*
宍戸圭太*
岡安 滋*

Network Construction to Accommodate Public Wireless Access Point

Yukio Ishikawa, Keita Shishido, Shigeru Okayasu

要 旨

最近、スマートフォンやタブレット端末が急速に普及し、自宅だけでなく駅や空港、カフェ、又はコンビニ等公共の場でも使用したいという要求が高まっている。

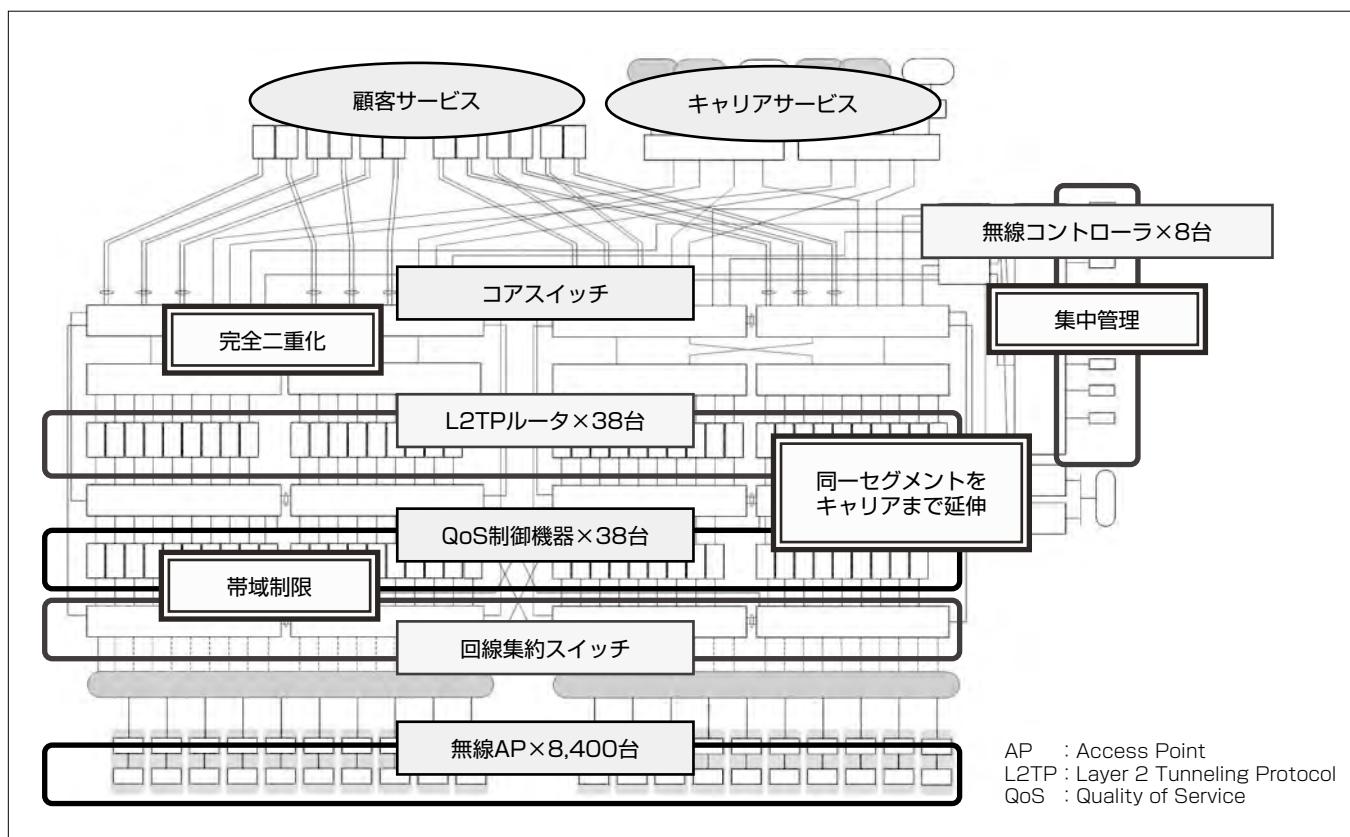
このような要望を受け、公衆無線が多数設置されてきており、三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)は全国8,400か所の公衆無線用アクセスポイント(以下“無線AP”という。)を収容するネットワークのセンター設備を設計し、構築した。3か月という短期間でさらにネットワークトラブルを全く発生させず全無線APの展開作業を無事に完了した。本稿では、この構築を支えた技術について述べる。

このシステムは、24時間365日、常時稼働することが求められており、ネットワーク機器、無線コントローラは全

て二重化構成とした。機器故障が発生した場合でも、自動的に予備機に切り替わり、サービスを継続できる。

また、既存のWAN(Wide Area Network)回線を足回りとして使用することや、業務通信と公衆無線通信を共存させることで発生する課題については、1つのネットワークをレイヤ2レベルで延伸させる機能(L2TPv3)や、帯域制御機能(QoS制御)を適用することで解決した。

一方、無線APが8,400台と多数で管理が煩雑となる課題に対しては、無線APを一元管理する無線コントローラを採用することで解決した。また、コンフィギュレーションの修正やファームウェアの変更が発生した場合、無線コントローラ側を修正すれば自動的に全無線APに反映されるため、管理の効率を大幅に向上させることができる。



公衆無線アクセスポイントを収容するネットワーク構成

全国8,400か所に設置された公衆無線APを収容するセンター設備は、コアスイッチ、L2TPルータ、QoS制御機器、回線集約スイッチ、及び無線コントローラで構成している。L2TPルータとQoS制御機器は1台で無線AP500台を収容し、無線コントローラは1台で3,000台の無線APを管理している。24時間365日の稼働が求められ、構築に際して様々な冗長化対策を盛り込んだ。

1. まえがき

最近、ノートパソコンやスマートフォン、タブレット端末等モバイル機器が急速に普及し、自宅だけでなく駅や空港、カフェ、ホテルのラウンジ、又はコンビニエンスストア等公共の場でも使用したいという要求が高まっている。このような要望を受け、公衆無線が多数設置されてきており、2020年の東京オリンピックに向け、ますます加速するものと予想されている。

公衆無線は、当初、インターネット接続などで3G回線が逼迫(ひっぱく)したことを受け、その逼迫を回避するために、別のインターネット接続手段として設置されてきた。しかし、最近では、設置場所が店舗などの場合、その店舗の情報配信サービス用の回線として使用するなど、マーケティング手段の1つとしての活用も広まっている。さらに、将来的には災害時の情報発信のインフラとしての新しい用途が期待されている。

MDITでは全国8,400か所の無線APを収容するネットワークのセンター設備の設計・構築を行った。その実現には様々な課題があった。その課題を解決するために採用した新技术の内容について詳細に述べる。

2. 全体構成

2.1 大規模な公衆無線用ネットワーク

公衆無線として全国8,400か所に無線APを設置した。ネットワークの構成を図1に示す。

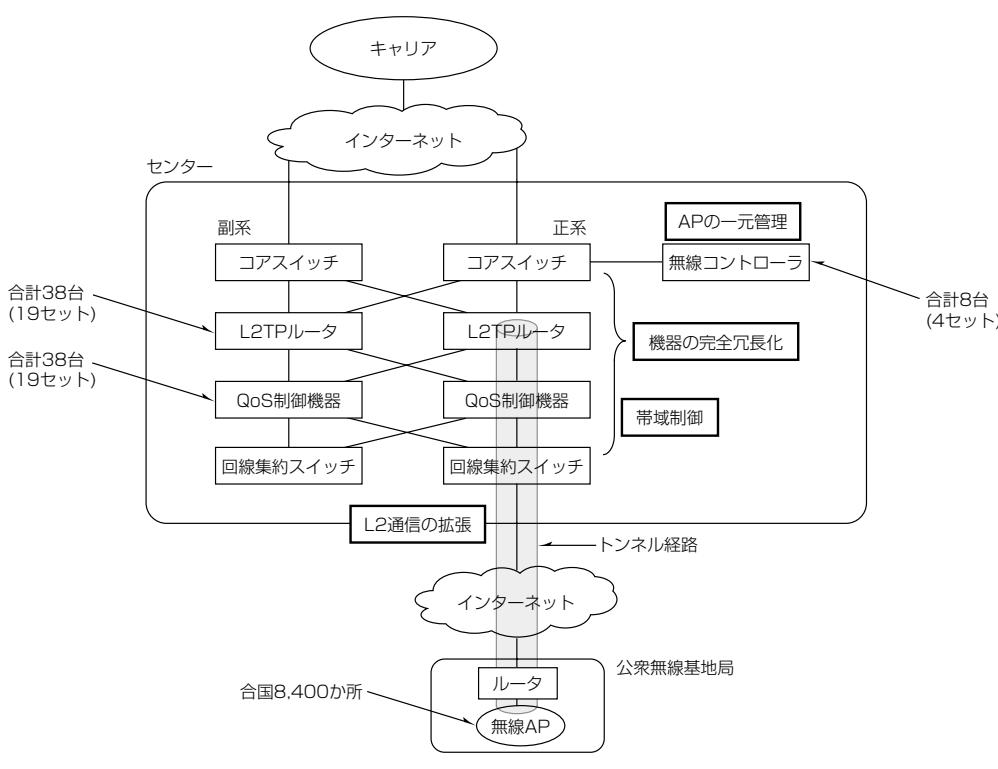


図1. ネットワーク構成

センター設備は、コアスイッチ、L2TPルータ、QoS制御機器、回線集約スイッチ、及び無線コントローラで構成されている。

2.2 無線コントローラ

センター側に全国8,400か所の無線APへの設定変更などを短時間で処理することを狙いとして、無線コントローラを東日本用、西日本用として2セットずつ、合計4セット8台設置した。無線APを管理するための大規模型無線コントローラであり、1セットあたり最大3,000台の無線APの管理が可能である。

3. 大規模無線APを収容するセンター設備の課題

3.1 レイヤ2通信延伸の課題

(1) 複数キャリアの分離

公衆無線では、無線APからキャリア側境界のネットワーク機器まで、1つのレイヤ2ネットワークを延伸させる構成を組む必要がある。その際、各キャリア間のサービスは、完全に分離することが求められる。

無線AP自体は、複数のキャリアサービスが相乗りしているため、キャリアサービスがネットワーク上で一本化されてしまうと、異なるキャリアサービス間で通信ができるといったリスクが発生するからである。

(2) WAN回線費用の抑制

公衆無線では、無線APからキャリア側境界のネットワーク機器まで、エンドツーエンド間を通信する経路上にはWAN回線が必要となる。レイヤ2レベルで延伸するため

であれば、広域イーサネット^(注1)を用いる方法も1つの方法である。しかし、この回線を8,400拠点に設置する場合には膨大なWAN回線費用がかかり、とても現実的ではない。

(3) 拠点側無線APのスマートな設置展開

センター側と拠点側の無線AP接続を“1対1”と仮定した場合、無線AP設置拠点のアドレス情報、収容先となるL2TPルータが決まらないと無線APの設置展開作業がスマートに実施できない。また、L2TPルータの収容拠点が変更になると、無線AP展開作業と並行して、定義した情報の修正に追われることになり、

そのための追加人員が必要になってしまう。

3.2 ネットワーク可用性の課題

(1) ネットワーク機器の完全冗長化

無線APを収容するセンター設備では、24時間365日、常に稼働の状態が求められ、万一ネットワーク障害が発生しても、通信経路を迂回(うかい)させて公衆無線利用者へのサービス提供を継続しなければならない。

(2) 既存業務ネットワークへの影響回避

公衆無線を構築するに当たっては、無線APの設置場所には既存の業務ネットワークがあり、そのネットワーク上に無線APを相乗りさせる必要があった。そのため、公衆

(注1) イーサネットは、富士ゼロックス株の登録商標である。

無線の相乗りによる、トラフィック増大で業務ネットワークへの影響が出るリスクを排除しなければならない。

3.3 無線AP管理の課題

(1) 無線AP一元管理

全国に設置した無線APでは、性能担保の観点から、全て同じファームウェアで稼働させる必要がある。また、ファームウェア上に不具合が判明した場合は、修正版のファームウェアを全ての無線APに適用する必要がある。しかし、この作業を1台1台手作業で行うことは非常に労力がかかる。また、多数の無線APに個別に設定された情報を管理する必要もある。

(2) ネットワークの柔軟性・拡張性

センター側ネットワークは、システム全体における基幹の位置付けである。したがって、センター側ネットワークには、将来的に無線AP設置拠点増加、新サービスの追加等、予測可能な構成変更に適応する柔軟性と拡張性を持たせておく必要がある。

4. 課題解決のために採用した技術

4.1 レイヤ2通信延伸の実現

4.1.1 タグVLANを使用したキャリアサービスの分離

複数キャリアの分離手段として、タグVLAN(Virtual LAN)を使用し、キャリアのサービスごとに重複しない VLAN-ID(IDentifier)を割り振り、論理的な分離構成を行った。

4.1.2 既存回線利用によるWAN回線費用の抑制

WAN回線費用を抑制しつつ、レイヤ2レベルで延伸するために採用した機能がL2TPv3(Layer 2 Tunneling Protocol version 3:以下“L2TP”という。)である。L2TPは始端・終端2台のルータ間でトンネル経路を生成し、そのトンネル内でレイヤ2通信を実現可能にする機能である。この機能を利用したことで、既存フレッツ^(注2)回線をそのまま足回り回線として使用し、レイヤ2通信を実現した。これによって、新規のWAN回線の設置が不要となり、発生費用を抑制することができた。

また、L2TPトンネル内でもタグVLANをサポートする機種を採用することによって、1つのトンネル内で複数のキャリアサービスを論理的に分離することができた。さらに、公衆無線の設置拠点では、無線APがL2TPの終端になっているため、拠点側にL2TPルータの導入が不要になり、ネットワーク機器台数を抑えたシンプルな構成を組むことに成功した。

4.1.3 コンセントレータ型を使用したスムーズな設置展開

今回、センター側のL2TPルータをコンセントレータ型(“1対N”的接続構成)で動作させた。コンセントレータ型を使用したことは、今回使用したL2TP機能の最大の特長であり、全国8,400台の無線AP展開作業をスムーズに完了させる決め手となった。

センター側のL2TPルータには最大500台の無線APが収容されているが、コンセントレータ型で稼働させたことで、拠点側無線APのIPアドレスを意識する必要がなくなった。これによって無線APは、L2TPトンネルの待ち受け機器として動作するので、設定の修正が不要になった。

(注2) フレッツは、東日本電信電話㈱及び西日本電信電話㈱の登録商標である。

4.2 ネットワーク可用性の実現

4.2.1 ネットワーク機器の物理的及び論理的完全冗長化

センター設備について、次に示す物理的及び論理的な冗長化を図り、その結果、常時稼働に求められる要件を満たす構成を組むことができた。

(1) 物理的な冗長化

①機器の二重化

センター設備に設置したネットワーク機器、及び無線コントローラは、全て正系・副系の2台からなる対での構成とした。これによって、正系の機器故障が発生した場合でも、自動的に副系に通信が切り替わり、サービスが継続できる。

②電源ユニットの二重化

一部の機器を除き、ネットワーク機器単体での電源ユニットを2基搭載し、電源障害が発生した場合でも、機器の電源が落ちることなく稼働を継続できる構成とした。

③LANケーブルの二重化

リンクアグリゲーションと呼ぶ機能を使用して、2台のスイッチを接続する際に2本のLANケーブルで接続し、仮想的に1本のリンクとした。LANケーブル1本の断線、又はスイッチのポート故障が発生した場合でもリンク断が発生することなく、通信が継続できる構成とした(図2)。

(2) 論理的な冗長化

①レイヤ2レベルでの冗長化

スパニングツリーと呼ぶ機能を使用して、ネットワーク経路上にレイヤ2レベルでのバックアップ経路を用意

した。これによってメインのネットワーク経路上で障害が発生した場合でも、バックアップ経路に自動的に迂回させ、サービス断を最小に抑えられる(図3)。

②レイヤ3レベルでの冗長化

VRRP(Virtual Router Redundancy Protocol)と呼ぶ機能を使用して、ネットワーク経路上にレイヤ3レベルでのバックアップ経路を用意した。VRRPは、2台のルータで1つの仮想IPアドレスを共有する機能であり、通信経路上のネクストホップとして稼働する正系ルータが故障した場合でも、自動的に副系ルータがネクストホップ動作を引き継ぎ、サービス断を最小に抑えることができる。

また、先に述べたL2TPでも、VRRPで使用する仮想IPアドレスをL2TPトンネルの終端IPアドレスとして定義することによって、L2TPトンネル自体の冗長化を実現した。

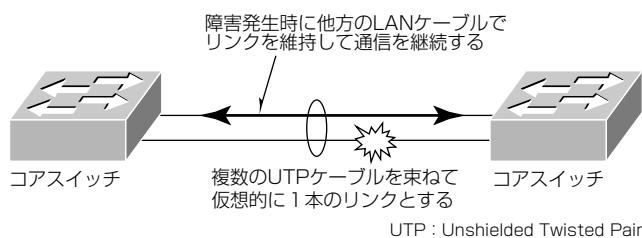


図2. 物理的な冗長化(リンクアグリゲーション)

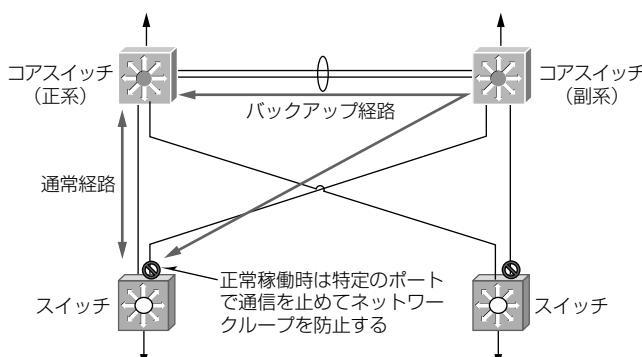


図3. 論理的な冗長化(スパニングツリー)

具体的には、L2TPとVRRPを組み合わせることで、拠点の無線APからセンター側正系・副系ルータ、どちらの稼働系ルータに対してもL2TPトンネルが形成できるようになった(図4)。

さらに、1本のL2TPトンネルを形成するだけのシンプルなネットワーク構成の実現は、ネットワーク稼働時の状況把握も容易に行えるようになり、運用効率化にもつながっている。

4.2.2 帯域制御による既存業務ネットワークへの影響回避

センター側にQoS制御機器を導入することで業務ネットワークへの影響リスクを回避した。公衆無線の通信で利用可能な帯域幅を規定値に制限し、残りの帯域を各拠点の業務ネットワークで使用する帯域制御によって、各拠点における業務ネットワークと公衆無線ネットワークの共存を実現した(図5)。

4.3 無線AP管理の効率化の実現

4.3.1 無線コントローラを利用した無線APの一元管理

公衆無線の構築に当たり、無線コントローラを4セット導入して、配下の8,400台の無線APの一元管理を実現した。

(1) 無線APの設定管理

無線コントローラでは、多数の無線APが持つ設定情報を次のグループに分けて管理する。

- ①グローバル共通設定(全ての無線APで共通)
- ②グループ共通設定(特定グループの無線APで共通)
- ③個別設定(個々の無線APで個別)

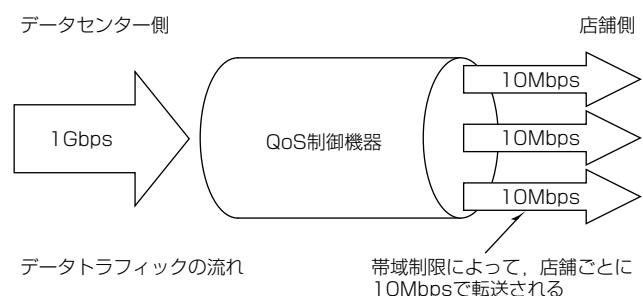


図5. 帯域制御のイメージ

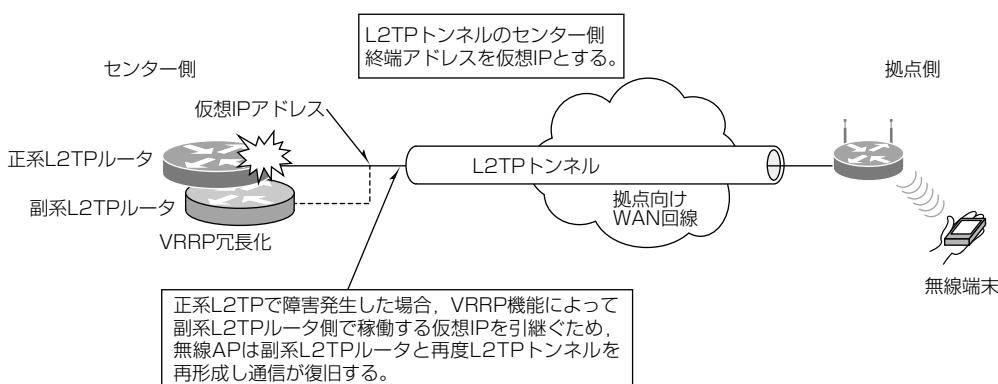


図4. L2TPルータ～無線AP L2TP接続

表1. 無線コントローラによる作業時間の削減

作業内容	無線コントローラなし	無線コントローラあり	差分
AP設定変更(SSID追加)	APごとに実施 5分/AP 83時間20分	設定作成 20分 適用 1分 合計 21分	約83時間
ファームウェア バージョンアップ	APごとに実施 10分/AP 166時間40分	ダウンロード 100分(2分×1,000AP/20台) 最終組ファームウェア展開 4分 最終組リブート 4分 合計 108分	約165時間
電波停止 電波開始	APごとに実施 5分/AP 83時間20分	プロファイル10個として10分(プロファイルごとに設定 1分) 実行 1分 合計 11分	約83時間

※無線AP1,000台として試算した作業時間

SSID : Service Set IDentifier

無線コントローラは、これらのグループ化された設定情報を組み合わせることによって、無線APごとの設定情報を効率的に管理できる。

(2) 無線APのファームウェア管理

無線コントローラは、無線APに対して、自動的、又はスケジュールベースで、ファームウェアを配信できる。そのため、短時間で全ての無線APを同一ファームウェアに更新・稼働させるといったオペレーションを可能にした。

これによって、管理上の作業工数を大幅に削減させることができた。具体的な削減時間を表1に示す。無線コントローラの導入は、管理者の負荷削減、設定者の作業工数削減という両面でおおいに貢献している。

4.3.2 拡張性を考慮したネットワーク基盤の構築

設定上の無線AP数の収容上限値は、拡張性を考慮しており、L2TPルータ、及び無線コントローラをセンター側

に追加すれば、最大15,000台まで収容可能である。また、キャリアの新しいサービスの追加も容易に行えるので、その時の旬なサービスをタイムリーに提供することができるなど、柔軟性と拡張性を備えたセンター基盤を構築することができた。

5. む す び

大規模な公衆無線ネットワーク構築で、構築から試行試験まで時間的な余裕がなく厳しいスケジュールであったが、大きなトラブルもなく無事完遂できた。

事前の設計、試験に細心の注意を払ったことはもちろんのこと、顧客の展開作業担当者の確実な準備作業と尽力によるところも大きな成功の要因であった。

今回の構築に当たって採用した技術、及び得た実績・経験を今後に活用していく所存である。

“DIA-Quality/E”試験支援サービスの試験設計技術“M-Teki試験設計”

市山正則* 田中妙*
小林誠* 蒲田昌寛**
守屋憲雄*

Test Design Techniques "M-Teki Test Design" for "DIA-Quality/E" Test Support Service

Masanori Ichiyama, Makoto Kobayashi, Norio Moriya, Tae Tanaka, Masanori Kamata

要旨

三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)では、組み込みソフトウェア開発における要件分析から開発、試験に至るプロセス全般を包括的に管理・支援するプロジェクト管理支援サービス“DIA-Quality/E”を提供している。それぞれのサービスが組み込みソフトウェア開発の見える化を実現し、課題・問題を解決し、品質を向上させ、工程を守ることで、トータルコストを削減している。

DIA-Quality/Eの1つに試験支援サービス^(注1)がある。その中で、試験の根幹となる試験設計支援“M-Teki試験設計”サービスを提供している。M-Teki試験設計は、MDISが組み込みソフトウェア開発を通じ、培ったスキルを体系化した試験設計技術である。

試験で対処すべきリスクは多々あるが、近年は複雑な仕

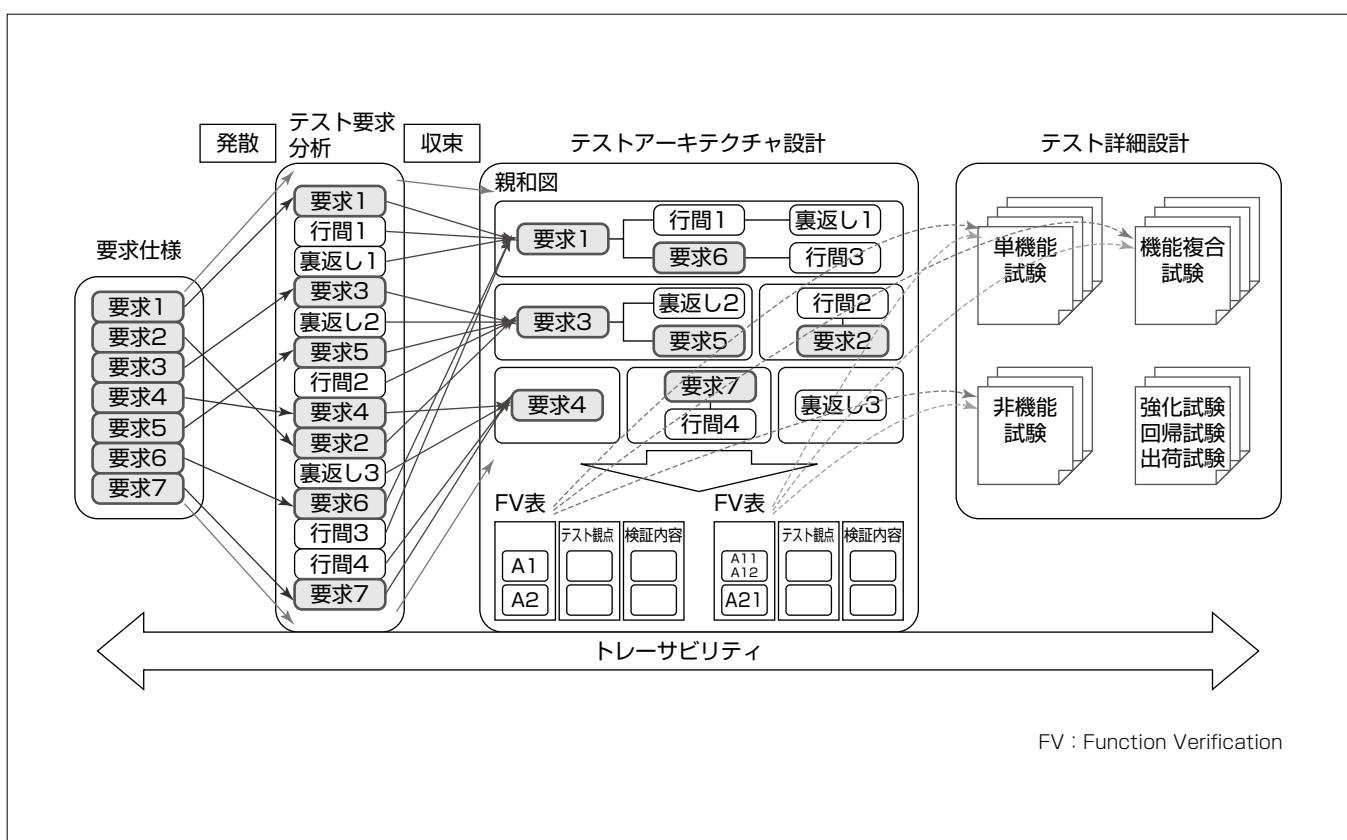
様、高い仕様変更率に着目した試験設計技術が必要とされている。

M-Teki試験設計では、テストプロセスを確立し、テスト計画、テスト要求分析、テストアーキテクチャ設計、テスト詳細設計と段階的に進め、機能／非機能要件を網羅する。

複雑な仕様、高い仕様変更率に柔軟に対応するため、試験設計思考の“発散”と“収束”を手法化し、MECE (Mutually Exclusive and Collectively Exhaustive)^(注2)の考え方でもある“重複なく”“漏れなく”を実践するために、ツールやテスト技法を用いている。

(注1) 試験支援サービスは、試験設計支援、試験実施支援、試験管理システム運用支援、障害管理支援、試験計画支援、障害管理システム運用支援、人材育成支援の7つの支援メニューで、試験にまつわる様々な課題・問題の解決に貢献する。

(注2) “相互に排他的な項目”による“完全な全体集合”を意味する。



M-Teki試験設計における試験設計プロセス

複雑な仕様、高い仕様変更率に柔軟に対応するため、試験設計思考の“発散”と“収束”を手法化し、“重複なく”“漏れなく”試験設計を行う。発散では、客先が提示した要求仕様について思考を発散させて要求を分析し、補完すべき(行間)仕様の有無や、反対の意味をなす(裏返し)仕様を明らかにする。

収束では、分析結果をグループ化・構造化して重複を取り除き、重複なく・漏れなく出力したテスト観点について試験設計を行う。

1. まえがき

近年、組み込みソフトウェア開発で、派生流用開発・オープンソース活用・オフショア開発等、設計から製作・試験までを一貫して行うケースは減ってきている。このため品質や生産性を確保するためには、品質に着目したプロセス監視が重要である。プロダクト品質を確保するための最後の砦(とりで)である試験はメーカーとして極めて重要であるが、要求される製品技術や仕様は複雑さを増し、また仕様変更も数多く行われており、試験設計をいかに最適化するかが求められている。

MDISでは、各支援コンテンツで、プロジェクト管理及び試験にまつわる様々な課題・問題の解決に貢献するプロジェクト管理支援サービス“DIA-Quality/E”を提供している(図1)。

本稿では、DIA-Quality/Eの試験支援サービスである“M-Teki試験設計”について述べる。

2. M-Teki試験設計

DIA-Quality/Eの試験支援サービスであり、MDIS独自の試験設計技術“M-Teki試験設計”では、試験設計を行うに当たり、まず、基準となるテストプロセスを規定する。

テストプロセスは、テスト計画からテスト詳細設計まで、どのようなプロセスを経て、アウトプットが作成されるかを示している。各プロセス(作業フェース)での作業内容及びアウトプットを規定することで、プロジェクトメンバーの認識を合わせ、テスト設計者個人の主観を極力排除し、

テストチームとして統一的な結果を残せるように定義している(図2)。さらにテストプロセスを規定することによって、使用する文言についても認識を合わせることができる。規定しなかった場合、個人の過去の経験値で作業を進めるしかないため、誤解が生じて手戻りが発生する恐れがある。

2.1 テスト計画

テスト計画では、テストを滞りなく進めるために計画段階で、“コンセプト”“テストプロセス”“対象範囲”“用語集”を作成し、誰が読んでも同じイメージとなるものを計画書に残すようにしている。

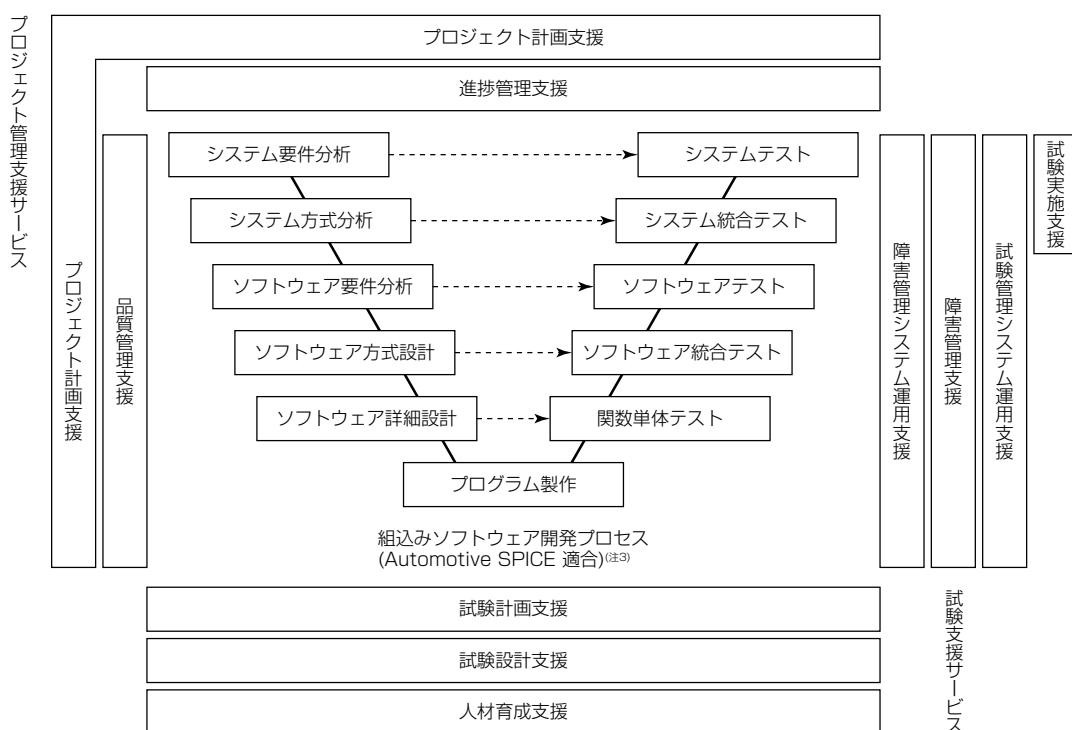
2.2 テスト要求分析

テスト要求分析では、何をテストすればよいか、そのためにはどのようなテストを行えばよいかを見極める。

そのためには、まずテストに求められているものを分析する必要がある。ベースとなる仕様を理解するとともに不明点を抽出し、様々な角度からテスト観点を洗い出す。

思考を“発散”させて、曖昧で誤解を生じる表現、不完全で情報が欠落している部分、テスト不能な記述、仕様の関係性が不明確な部分等、要求仕様を詳細に分析し、テストすべき仕様を導き出す必要がある。

M-Teki試験設計では、テスト要求分析に用いる手法としてマインドマップ^(注4)を使用している。仕様書内で不明確となっている“行間”(仕様書の記載が不足しており、仕様を補う必要がある内容)、“裏返し”(仕様の記載が一方だけとなっており、もう一方の仕様を補う必要がある内容)を抽出し、真の要求仕様を導かなくてはならない。



(注3) Automotive SPICEは、Verband der Automobilindustrie e.V.の登録商標である。

図1. DIA-Quality/Eのサービス体系

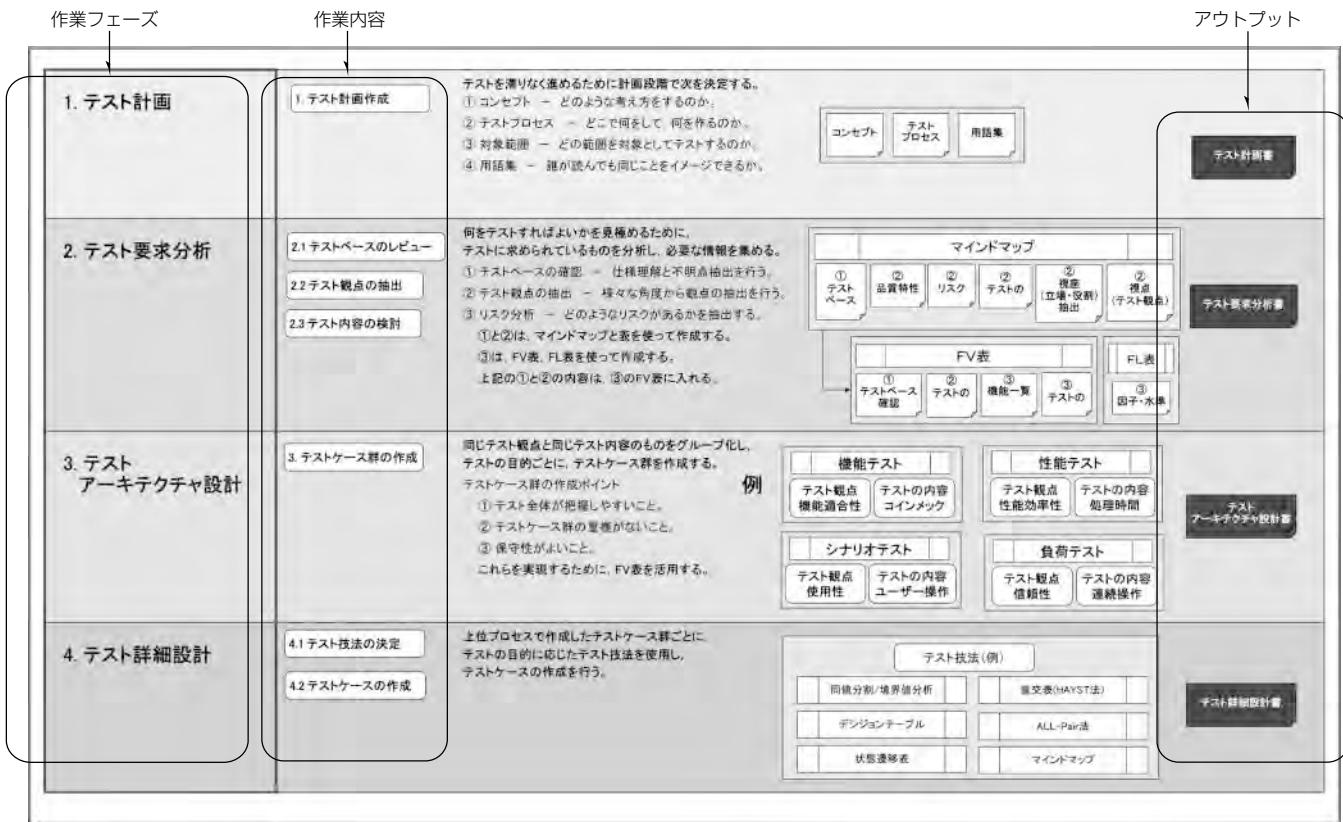


図2. テストプロセス

例として、自動販売機のマインドマップについて、図3に示す。図では、“記述が不足”などの仕様不備に着目しテスト観点を補っている。その際、単純に仕様書を読み込んで仕様を補うのではなく、思考発散ツールであるマインドマップを用いて、頭の中にインプットした仕様を視覚化することで、仕様の曖昧さに気づき補完すると同時に、思考の整理が進み、仕様についての理解や記憶が深まる。

2.3 テストアーキテクチャ設計

テストアーキテクチャ設計では、同じテスト観点やテスト内容をグループ化し、テスト全体を把握しやすいうように図や表で表現する。親和図やテスト観点表を用いて、要求仕様で抽出した内容を“収束”させ、重複なく漏れなくテストケース群を作成することができる。

また、作成物については、“複雑な仕様”や“高い仕様変更率”に対応させるため、アウトプットの保守性にも配慮する必要がある。

M-Teki試験設計では、先に示した内容をテスト観点表としてまとめ、運用している(図4)。

テスト観点表の特徴を3つ挙げる。

(1) 機能一覧

縦軸にテスト対象となる仕様書に記載された機能をすべて網羅し記述する。次列に、テスト要求分析結果と照らし合わせてテストの内容を記載する。分析結果から項目ごとにテスト扱い(必要／不要)の欄を設け、テストが必要な項目に漏れがないか確認できるようにする。

(2) テスト観点

国際標準化機構(ISO)／国際電気標準会議(IEC)25010に示されている品質モデルに従ったテスト観点を横軸に記載する。縦軸の機能一覧の各機能を、どの観点でテストするかを●で示し、視覚的に過不足がないことを確認する。

図4では、機能に関わる組合せテストを行うとし、対応箇所に●を入れている。

(3) トレーサビリティ

作業フェーズの上位は、仕様書の小項目単位で機能No.を採番する。

作業フェーズの下位は、テストグループやテスト項目ごとに、採番した機能No.を紐(ひも)付けて記載することで、トレーサビリティを確保している。

また、変更による影響を受けないようにするために、どの行を変更、削除、追加してもトレーサビリティの整合性を維持し保守性も確保できるように考慮し、テスト対象をすべてこの表の中で表現することで、情報の一元化と抜け漏れが他に影響しないようにしている。

(注4) マインドマップは、Buzan Organisation Ltd. の登録商標である。

2.4 テスト詳細設計

テスト詳細設計は、これまで実行してきたプロセスで設計した内容を、テストケースに表す作業である。

ここでは、FL(Factor Level)表や、状態遷移表、デジションテーブルを用いて、テストケースを作成する。

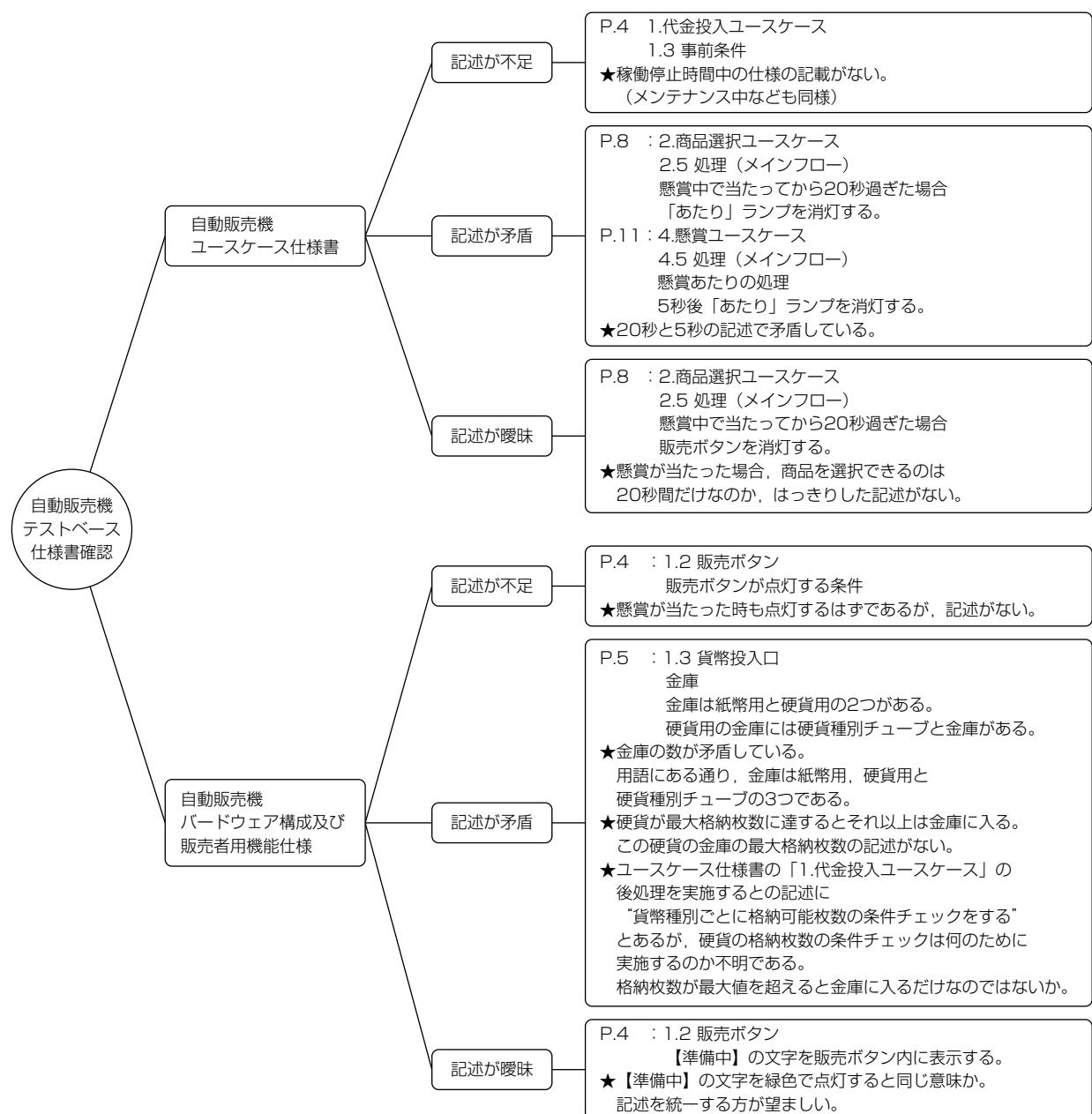


図3 白動脈走機の二輪バーバー

図4. テスト観点表

因子(項目)			水準(値)					値域		内容	
ラック	ラックの数	1	15	30				30個		自動販売機全体のラック数	
	ラック毎の商品格納可能数	0	1	3	25	50		50個		ラック30個それぞれの商品格納可能数	
	ラック毎の格納可能な商品種類数	1						1種類			
	ラック毎の格納可能な容器のサイズ	250ml缶	350ml缶	500ml缶	500ml缶	500mlペットボトル		250ml缶 / 350ml缶 / 500ml缶 / 500mlペットボトル			
	ラック毎の温度センサー	温熱器	冷却器					温熱器 / 冷却器		温熱器と冷却器の温度制御 / 商品の有無	
	ラックのCPUの商品送出制御	送出する	送出しない					送出する / 送出しない		商品の取り出し口へ送を制御	
	ラックのCPUの温熱器制御	50°C	52°C	55°C	58°C	60°C		52°C以上58°C以下		ラック毎に温商品用の温度を制御可能	
	ラックのCPUの冷却器制御	0°C	1°C	5°C	8°C	10°C		10°C以上6°C以下		ラック毎に冷商品用の温度を制御可能	
	ラックのCPUの商品情報	有	無					有 / 無		商品の有無情報を保持する	
販売ボタン	販売ボタンのランプ	OFF	ON					OFF / ON		販売可能な場合に点灯	
	準備中のランプ	OFF	ON					OFF / ON		適温でない場合に点灯	
	売切表示のランプ	OFF	ON					OFF / ON		ラック毎に商品が無い場合に点灯	
紙幣投入口	投入可能な紙幣	1000円	日本の1000円以外					日本内の 1000円			
	投入可能な枚数	0枚	1枚					1枚			
硬貨投入口	投入可能な硬貨	10円	50円	100円	500円	左記以外の硬貨	日本円の 10円 / 50円 / 100円 / 500円				
	投入可能な10円の枚数	0枚	1枚	10枚	20枚	20枚以上	20枚				
	投入可能な50円の枚数	0枚	1枚	10枚	20枚	20枚以上	20枚				
	投入可能な100円の枚数	0枚	1枚	10枚	20枚	20枚以上	20枚				
	投入可能な500円の枚数	0枚	1枚	5枚	10枚	10枚以上	10枚				

図5. FL表



図6. 状態遷移表

例として、FL表と状態遷移表について述べる。

(1) FL表

因子(例えば機能)と水準(設定値)で、値の組合せを考慮した表である(図5)。

テストケースの作成には、直交表を用い効率化を図っている。

(2) 状態遷移表

機能テストを実施するに当たり、機能の状態を確認するための表である(図6)。

縦軸にイベントを示し、横軸に状態を示す。交差するセルに、そのイベントが起きた時に次に遷移すべき状態を記述し、イベントと状態を組み合わせ、“重複なく”“漏れなく”を実現する。

3. む す び

M-Teki試験設計は、テストのインプットからテスト対象を発散させ収束させる技術である。これを実施することで、高品質で無駄のないテスト設計を実現している。発散

では、仕様書に記された内容に“行間”，“裏返し”を加えることで、仕様を漏れなくテストケースまで設計できるようになり、収束では、テスト思考を発散させて得られた分析結果をグループ化・構造化して収束させることで、重複を取り除く。

現在、組込みソフトウェア開発を対象にM-Teki試験設計を適用しているが、今後Webシステムやエンタープライズ系システムなどの開発にも適用していく。

また、V字モデルやラピッドアプリケーション開発(RAD)、エクストリームプログラミング(XP)等、開発モデルに左右されることなく、すべてのテストでM-Teki試験設計の概念を用い、DIA-Quality/E試験支援サービスを提供していく予定である。

さらに今後は、リスクベースの考え方を導入し、テスト対象の優先順位付け、影響度の高い障害検出に注力し、早期に、より多くの障害を検出する方法の開発に取り組む所存である。

大規模な現行システムを効率的に見える化する技術

堀田朋子* 川口正高*
朱雀 健* 松田昇平*
小俣正樹*

Technology to Visualize Efficiently Current Large-scale Systems

Tomoko Horita, Ken Sujaku, Masaki Omata, Masataka Kawaguchi, Shohei Matsuda

要旨

既に稼働している大規模なITシステムの再構築や機能追加などの移行開発では、基となる現行システムの“仕様書がない”“開発当時の設計者がいない”“顧客も仕様を知らない”というシステムのブラックボックス化が、適正な規模見積りを得る上での非常に大きな課題となっている。

三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)では、この課題に対応するため、現行システムからシステムの機能、構造、設計情報を把握し、適切な見積りを得る“現行システムを見える化する技術”を開発した。

この技術は、3つのフェーズで構成する。最初に、対象企業の公開情報や関連性の高い業務を分類・整理した業務参照モデルを収集し、類推・対比しながら業務とシステム

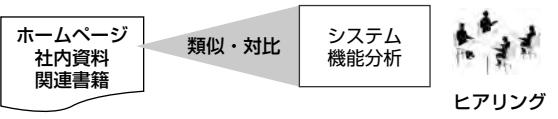
機能の関連を把握する“トップダウン分析”を行う。次に、現行システムのソースコードやデータベースを自動的に分析して見積りに必要な設計情報(プログラム間の関連など)を短期間に得る“ボトムアップ分析”を行う。最後に、2つのフェーズの分析結果である機能とプログラムを突き合わせた結果から、FP(Function Point)概算法を用いて機能単位に規模を算出する“突合せ・まとめ”を行う。

この技術を活用することによって、ブラックボックス化した大規模なITシステムであっても、不要なプログラムを識別して見積り対象から除外すること、根拠が明確な機能ごとの規模見積りを短期間で得ることが可能になり、予算に応じた開発対象範囲を特定することができる。

現行システムを見える化する技術

限られた情報から現行システムを理解し、適切な見積り・移行につなげる

(1) トップダウン分析



適正な現状規模の見積りが可能

下流工程への移行を効率化

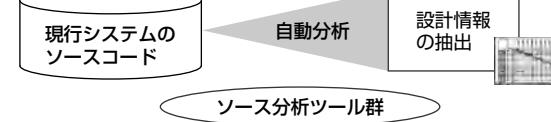
現行システム
(ブラックボックス)

見える化

現行システム
概要書

現行システム
規模見積書

(2) ボトムアップ分析



現行システムの
ソースコード

自動分析

設計情報
の抽出

ソース分析ツール群

(3) 突合せ・まとめ



概念モデルの生成

ヒアリング



プロセス
の分析

業務プロセスの推定

短時間でドキュメントを自動生成

多数のプログラム言語に対応

不要プログラムとテーブルを識別

現行システムを見える化する技術

“現行システムを見える化する技術”には、“トップダウン分析”“ボトムアップ分析”，その結果の突合せを行う“突合せ・まとめ”的3つのフェーズがある。この3つのフェーズから、適切な見積り・移行につなげる“現行システム概要書”“現行システム規模見積書”を完成させることができる。

1. まえがき

既に稼働している大規模なITシステムの再構築や機能追加等の開発では、基となる現行システムの“システムの仕様書がない”“開発当時の設計者がいない”“顧客も仕様を知らない”といったブラックボックス化が、適正な規模見積りを得る上での非常に大きな課題となっている。この課題を解決するために、現行システムからシステムの機能、構造、設計情報を把握し、適切な見積りを得る技術を開発した。

本稿では、ブラックボックス化してしまった大規模なITシステムを短期間で効率的に把握し、FP概算法を用いて機能単位に規模を算出する“現行システム見える化する技術”とその適用事例・効果について述べる。

2. 現行システムを見る化する技術

現行システムを見る化する技術は、システムの機能、構造、設計情報を把握し、適切な見積りを得る技術である。

この技術は、次のことを目的としている。

(1) 適正な現状規模を見積もる

FP概算法を使った規模や工数の見積りを実施するためには、必要となる設計情報を、プログラムからリバースエンジニアリングによって作成する。

(2) 現行システムのプログラムの棚卸し

現行システムのプログラムを棚卸しすることによって、使用しているプログラムやテーブルを明確にして移行対象範囲を特定する。

この技術は、“トップダウン分析”“ボトムアップ分析”“突合せ・まとめ”的3つのフェーズから構成される。

2.1 トップダウン分析

トップダウン分析では、現行システムからは得られない情報を事前収集する。顧客へのヒアリングを最小限にするために、対象システムの業務、機能、及びデータがどのようなものか、事前に見当をつける。

次の手順でトップダウン分析を行う。

(1) 業務・機能分析の準備

①分析対象となる企業情報、業務に関する情報を収集する。具体的には、分析対象企業のホームページ、業務関連書籍、業務パッケージソフトのドキュメント、類似開発の社内成果物、業務参照モデル⁽¹⁾⁽²⁾等を参考にする。なお、業務参照モデルとは、関心対象領域の構造や関係を体系的に分類・整理したモデルである。

②不明点について、分析対象の領域に関する知見がある社内有識者と質疑応答を行い、理解する。

③収集した情報を体系化する。具体的には、会社基本情報、ビジネスモデル、業務関連図、機能モデル、初回ヒアリングシートを作成する。

(2) 業務・機能の分析

現行システムのドキュメントや分析結果から、現行システムの業務・機能を把握する。

- ①バッチスケジュール表、概略レベルの処理フロー、操作説明書等のドキュメントを入手する。
- ②現行システムのテスト環境を使って、メニュー画面構成を分析する。
- ③収集した情報を基に、現行システムの業務・機能一覧を作成する。

2.2 ボトムアップ分析

ボトムアップ分析では、ソース分析ツールを利用して、プログラムから自動的に見積りに必要な設計情報を把握するアウトプットを生成する。アウトプットには、プログラムの呼出し関係やプログラムがアクセスしているテーブルの関係等がある。

次の手順でボトムアップ分析を行う。

(1) 事前準備(アーキテクチャ(構成、関連、役割)の分析)

プログラムのフォルダ構成、ファイルの種類、命名規則等から、プログラムの役割や相互の関連等を分析する。

(2) ソース分析

ソース分析ツールを利用してプログラムから得られる情報を自動的に抽出し、画面呼出し関連、プログラムがアクセスするテーブル情報などのアウトプットを作成する。代表的なアウトプットを表1に示す。

(3) 不要プログラム、画面、テーブルの棚卸し

適正な見積りを行うために、どのプログラムからも呼ばれないプログラム、画面、テーブルを自動的に抽出し、不要プログラム、画面、テーブルの棚卸しを行う。

2.3 突合せ・まとめ

トップダウン分析とボトムアップ分析で作成した機能分析やプログラム構造、設計情報の結果の突合せを行い、FP概算法を用いて機能単位に規模を算出し、現行システム規模見積書を作成する。さらに、システムの設計情報を

表1. ソース分析ツールの代表的なアウトプット

分類	ソース分析ツールのアウトプット
プログラム規模・関連調査ツール	プログラムライン数一覧
	プログラム呼出し一覧
	プログラム呼出し構成図
	未使用プログラム候補一覧
	ソース流用度一覧
	ソース流用度マトリックス表
画面関連ツール	画面一覧
	画面項目定義書
	画面呼出し関連図
	未使用画面候補一覧
帳票関連ツール	帳票一覧
	帳票項目定義書
テーブル関連ツール	プログラムデータベース関係表
	CRUDマトリックス表
	未使用テーブル候補一覧

CRUD : Create, Read, Update, Delete

まとめた現行システム概要書も作成する。

次の手順で突合せ・まとめを行う。

(1) テーブルの分析

テーブルの分析では、次工程のシステム化業務フローの分析で行う顧客へのヒアリングや顧客との合意形成がスムーズに進むように、データモデルとして表されているシステムのビジネスルールや顧客特有の概念を理解する。

具体的には、ボトムアップ分析で得られたテーブル名を単語単位に分割して修飾語+主要語+分類語の“主要語”に当たる単語をエンティティとして抜き出し、主要エンティティ間の関係をモデリング⁽³⁾の表記方法で表す(概念モデル)。

(2) システム化業務フローの分析

これまでの作業(2. 1節(1)～2. 3節(1))を通じて得られた結果から理解したシステムの内容をシステム化業務フロー(図1)として表す。システム化業務フローでは、概念モデルで登場した業務のイベントや管理対象を表す言葉を使うことによって、粒度を合わせる。また、縦軸は時間軸、横軸は業務、業務に対応するプロセス、業務プロセスに対応する画面、画面に対応する入力・出力情報のように列を分

割して、内容を整理する。

①機能別にプログラムを分類

トップダウン分析で作成した機能一覧から、各プログラムやテーブルがどの機能に属するかを分類する。

②現行システム規模見積書の作成

ボトムアップ分析で作成した未使用プログラム一覧の結果から、不要プログラムを省いたライン数、FP数を算出し、機能ごとに規模を見積った現行システム規模見積書を作成する。

③現行システム概要書の作成

現行システムの概要を把握するため、トップダウン分析、ボトムアップ分析、突合せ・まとめで得られた結果を整理して、現行システム概要書を作成する。これらは、下流工程であるシステム設計書の元資料とすることができる。

3. システムを見える化するソース分析ツール

3.1 ソース分析ツールの概要

ソースプログラムが1ML以上ある大規模なITシステムを分析するには、人手と時間がかかるとともに、抜け・漏

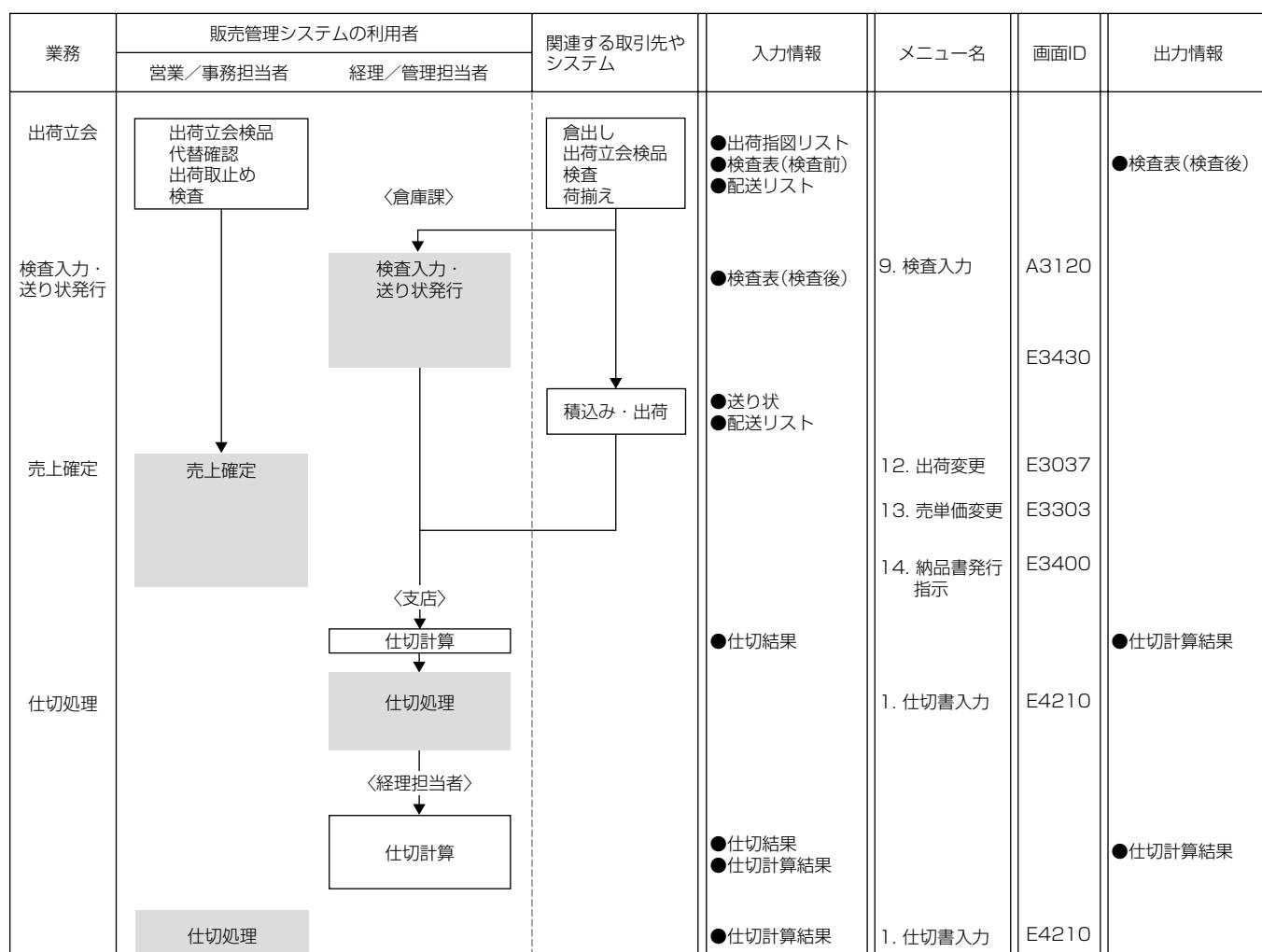


図1. システム化業務フローの例

れが発生しやすい。

そこで、ボトムアップ分析で効率的かつ網羅的にシステムを分析するために、ソース分析ツールを開発した。このツールを活用することで、プログラムの呼出し関係の確認や不要なプログラム、画面、テーブルの棚卸し等の分析を短期間で行うことが可能である。

このツールは大きく次のように分類される。

(1) 分析準備用ツール

次の(2)～(5)の分析を行うための準備として、プログラムの記述コードや改行コードの統一、プログラム内のコメント削除等を行う。

(2) プログラム全体の規模や関連を分析するツール

プログラムの規模や関連、重複しているプログラムの分析を行う。例えば、プログラムのライン数、プログラムの呼出し関係(図2)、未使用プログラムの抽出がある。

(3) 画面関連ツール

画面項目定義(図3)、画面呼出し関係、未使用画面の抽出等の画面関連の分析を行う。

(4) 帳票関連ツール

帳票一覧と帳票項目定義書を作成し、帳票についての分析を行う。

(5) テーブル関連ツール

プログラムが利用しているテーブルの関係や未使用テー

ブルの抽出等の分析を行う。

3.2 ソース分析ツールの特長

通常、ツールを使用して現行ソースを分析するには、対象システムのプログラミング言語に応じたツールの作成が必要で、多種類の設計情報を得るためにツールの開発自体に時間がかかってしまうという課題があった。また、プログラムの棚卸しは、稼働ログを解析するのが一般的で、稼働ログが取れないシステムでは不要なプログラムやテーブルの候補を洗い出すのが困難である。

本稿で述べるソース分析ツールはこれらの課題を解決した次の3つの特長がある。

(1) 多数のプログラミング言語に対応

ソース分析ツールは、情報を抽出するための単語(情報抽出単語)をキーとして、プログラムの設計情報を抽出している。

例えば、JavaScript^(注1)言語で画面遷移先を指定する場合は、href(location.href)やaction(document.formName.action)等の命令文を使用する。このhrefやaction等の単語をソース分析ツールの設定データとして記述することで、画面遷移先をソース分析ツールが抽出する。

プログラム言語やアーキテクチャが異なる場合、この情報抽出単語も異なるためツールのカスタマイズが必要であるが、情報抽出単語をソース分析ツールの設定データとして記述することで、ツールはプログラム言語に依存しなくなる。

そのため、ツールはJava^(注1)、Visual Basic^(注2)、Visual C#^(注2)、COBOL等現在19のプログラム言語に対応している。

システム移行を行っている企業にも現行システムを自動的に分析する技術がある。しかし、それら企業のソース分析ツールは構文解析などプログラム言語依存の処理をしているので、JavaやCOBOL等限られたプログラム言語にしか対応できていないのが実状である。

MDISが開発したソース分析ツールは、キーとなる単語を設定する仕組みであるため、今後更にプログラム言語を拡大することが可能である。

(2) 多様な設計情報生成ツールを短期間で準備

このツールは、30種類以上の設計情報を生成するツール群から構成されている。これらのツールは、設計情報の特性に応じてパターン化した数種類のテンプレートをもとに少量のカスタマイズで作成することができる。そのため、短期間でツールの準備ができる。これらのツールを実行することによって、多様な設計情報を生成できる。

(3) 不要なプログラム、画面、テーブルの棚卸し
稼働ログが採取できないシステムでも、ソ

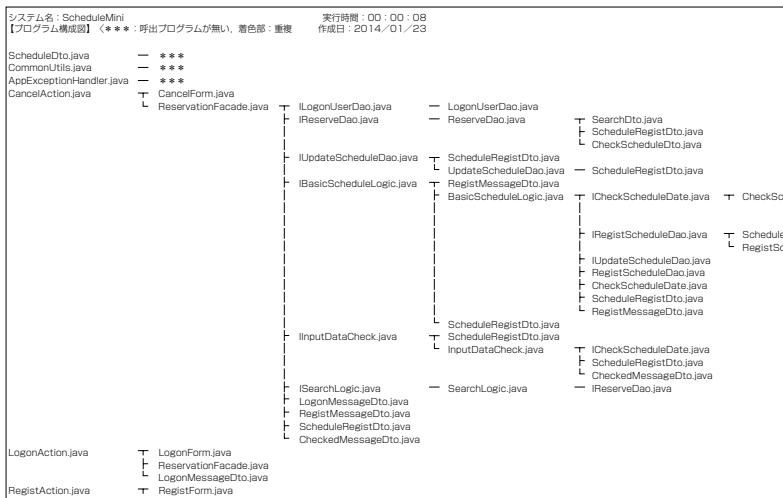


図2. プログラム呼出し構成図の例

システム名	画面	画面仕様書	作成者	作成日	ページ
vb_Sample	現状システム分析	画面項目定義書			
ファイル名	画面ID	画面名	生成オプション		
CreateOptionForm	CreateOptionForm	生成一覧			
No	コントロール名(Name)	表示名(Text)	コントロールタイプ	位置	処理機能有無
1	createVMTable	生成一覧	グループボックス	8.8	0
2	serversListBox		リストボックス	3.15	0
3	Panel1		パネル(グループ化)	0.261	0
4	Panel2		パネル(グループ化)	0.0	0
5	Panel3		パネル(グループ化)	220.0	0
6	executeButton	生成	ボタン	74.6	1
7	executeCancelButton	キャンセル	ボタン	155.6	1
8	Panel4		パネル(グループ化)	0.0	0
9	FlowLayoutPanel1		パネル(動的配置)	0.0	0
10	optionList	生成オプション	グループボックス	297.8	0
11	createOptionCheckedListBox		リストボックス(チェックボックス付)	3.15	0

図3. 画面項目定義の例

ス分析ツールで生成される未使用プログラム候補一覧、未使用画面候補一覧、未使用テーブル候補一覧から不要なプログラム、画面、テーブルの棚卸しを行うことができる。

(注1) JavaScript, Javaは、Oracle Corp. の登録商標である。

(注2) Visual Basic, Visual C#は、Microsoft Corp. の登録商標である。

4. 適用事例と効果

4.1 某企業向け受発注システムへの適用事例

現行システムを見る化する技術を適用したこと、当初4.5人月で想定していた作業を約1/3の工数で実現した事例について述べる。

(1) 事例の概要

この事例は、サーバOSのサポート切れに伴いシステムを刷新する開発である。他社が開発したシステムで、担当者はシステムの中身を把握していない。さらに、現行システムの仕様書や資料もほとんどない中、現状分析作業は、4.5人月かかると想定され担当者1名で行わなければならなかった。

(2) 適用効果

①分析ツールの活用で多彩なアウトプットを作成

当初担当者は、必要なアウトプット約15種類を作成する計画であったが、ソース分析ツールを利用した結果、約30種類のアウトプットを作成できた(図4の効果1)。また、人海戦術で分析を行った場合に比べ、短期間で網羅的にプログラムの分析を行うことができた。そのため、プログラムの構造的な問題点(同じ名前のプログラムが複数存在など)が分かり、新システムへの移行作業を行う上での注意点が明らかになった。

②短期間でより網羅的にプログラムの分析を実施

ソース分析ツールで効率的にシステムの分析を行ったため、当初4.5人月で想定していた作業を約35%の1.5人月で行うことができた(図4の効果2)。この事例の場合、ソース分析ツールの一部(主に画面系のツール)が対象プログラム言語やアーキテクチャに対応していなかったため、ツールのカスタマイズ作業が発生しており、作業にかかった工数のほとんどはカスタマイズ工数であった。

③不要プログラムの棚卸し

ソース分析ツールを利用して、どこからも呼ばれていないプログラムを自動的に抽出した。その結果、画面プログラムの約60%、ロジックプログラムの約70%が不要なプログラムであることが分かった(図4の効果3)。

4.2 某企業向け販売管理システムへの適用事例

販売管理システムを再構築する開発にこの技術を適用したこと、短期間に重複プログラムが約30%あることや、当初再構築対象外であると想定していた必要プログラムを見つけ、適正な見積りができた事例について述べる。

(1) 事例の概要

この事例は1990年代前半に他社が開発したオフコン上の基幹システムを、Windows^(注3)システム化する開発である。新システムは現行機能を踏襲するが、メンテナンスされた現行システムの仕様書はない。また、顧客に仕様をヒアリングするのは体制や時間の制約上困難なため、現行プログラムを正として仕様書のリバース作成と新言語のプログラム作成を行った。

顧客から提供された再構築対象プログラムは1.5ML以上もあり、不要プログラムの棚卸しと棚卸し結果に基づく見積りを短期間に人海戦術で行うのは困難であった。

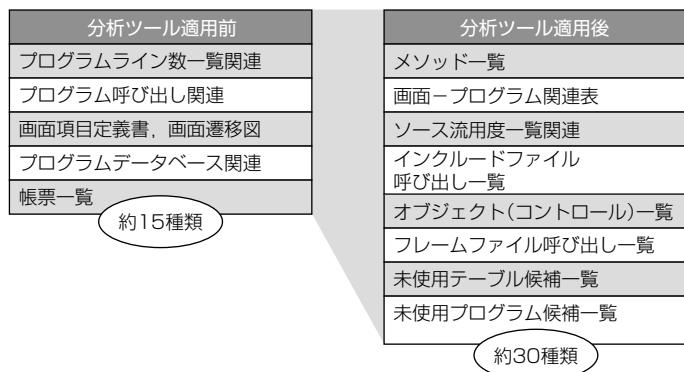
(2) 適用効果

①重複プログラムを除いた見積りを提示

この事例は予算の大枠が決まっていたため、その範囲内で対応可能な再構築対象機能を絞り込む必要があった。

ソース分析ツールを利用して流用度分析を自動的に行

効果1 分析ツールの活用で多彩なアウトプットを作成



効果2 短期間でより網羅的にプログラムの分析を実施



効果3 不要プログラムの棚卸し

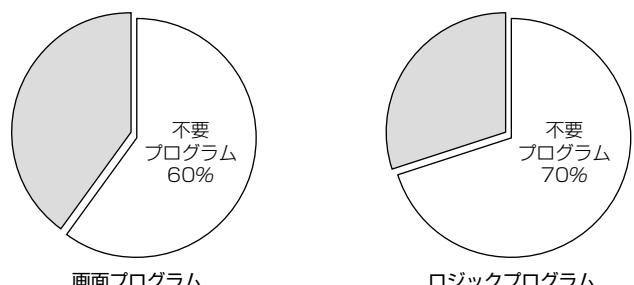


図4. 事例1の効果

うことによって重複部分を除外すると、プログラムの規模は約70%になることが分かった(図5の効果1)。この分析結果を見積時に考慮することによって、予算枠に収めることができた。

②再構築対象プログラム間の整合性を確保

再構築対象プログラムの妥当性を、ソース分析ツールを利用して確認した。具体的には、再構築対象プログラムから再構築対象外プログラムを呼び出していないか、再構築対象プログラムはバッチスケジュールやトップ画面メニューから運用されているかについて分析した。妥当性が疑わしいプログラムは顧客に確認を取り、その確認結果から再度同じ分析作業を行って最終判断を行っていたため、複数回同じ作業を行う必要があった。手動で行うと、作業ミスや再分析に多大な工数がかかるが、この技術を利用することによって、1.0人月以下の工数で約20%の再構築対象外であると想定していた必要プログラムと再構築対象プログラムから呼ばれていない不要プ

ログラムを見つけることができた(図5の効果2)。

③業務と再構築対象プログラムの整合性を確保

“再構築対象プログラムを使って従来と同様に業務を行うことができるか”という観点で、トップダウン分析で作成したシステム化業務フローに登場する画面や帳票と再構築対象プログラムを突合せる作業を、ソース分析ツールを用いて自動化した。その結果、システム化業務フローでは抽出し切れた画面・帳票漏れ(総数の約10%)を発見できた。これは、特殊業務で利用する画面や帳票であり、業務の漏れも合わせて発見できた(図5の効果3)。

(注3) Windowsは、Microsoft Corp. の登録商標である。

5. むすび

大規模なITシステムを短期間に効率的に分析し、適切な見積りを行う技術と、この技術を利用した事例と効果について述べた。この技術によって、適正な現状規模を見積ること、現行システムのプログラムの棚卸しという2つの目的を達成した。

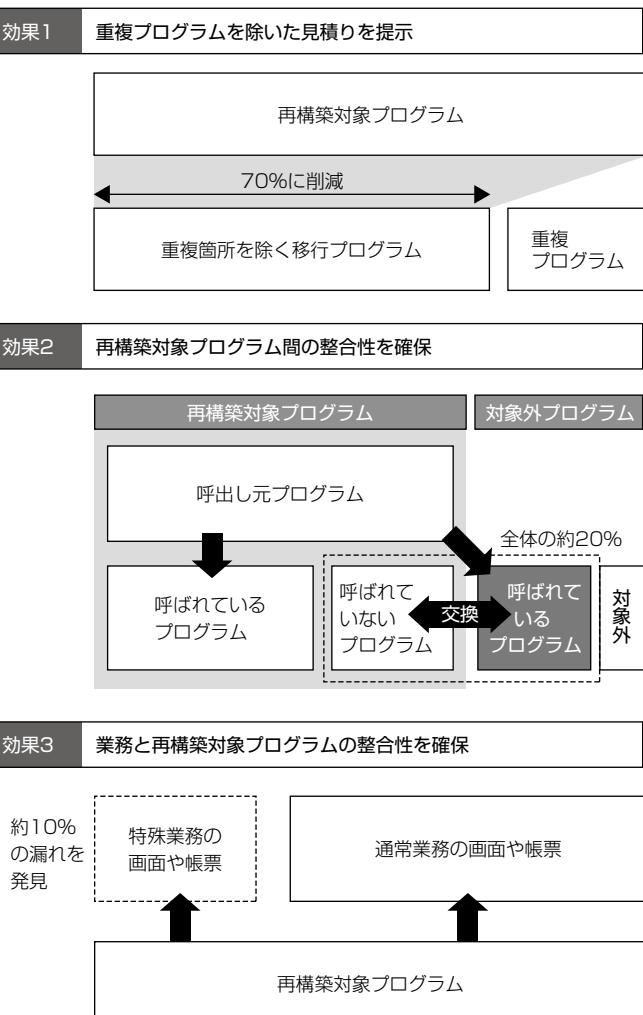
今後は、見積りのために抽出したシステムの設計情報を活用して下流工程の移行効率化につなげるための開発を実施予定である。この次期開発が完了すると、正確な現行システムの分析結果を活用して、その後の要件定義や開発工程をスムーズに遂行することができる。また、上流での漏れを防ぐことで、顧客の予算通りに開発を行うようになるようになる。

なお、プログラム言語に依存しないソース分析ツールを狙いとして開発したが、画面系などの一部のツールでは、アーキテクチャに依存する部分があり、ツールのカスタマイズが必要になる場合もあり得る。今後より多くの開発に適用することでカスタマイズなしでソース分析ツールが利用できるよう、更なる対象プログラム言語・アーキテクチャの拡大、ソース分析ツールの精度向上と拡張を行い、適用範囲を拡大していく予定である。

参考文献

- (1) 隅 正雄：SEのための「経験則的」要件定義の極意，技術評論社 (2009)
- (2) バリューチェーンプロセス協議会：プロセス参照モデル
http://vcpc.org/modules/pico_3/index.php?content_id=9
- (3) UMLモデリング推進協議会：モデル脳検定
<http://www.umtp-japan.org/modules/modeno/>

図5. 事例2の効果



三菱FAXOCRシステム“MELFOS”の最新技術と機能

仙浪克則* 滝田健司*
伊井俊一*
平野昌彦*

Latest Technologies and Functions for Mitsubishi FAXOCR System "MELFOS"

Katsunori Sennami, Syunichi Ii, Masahiko Hirano, Kenji Takita

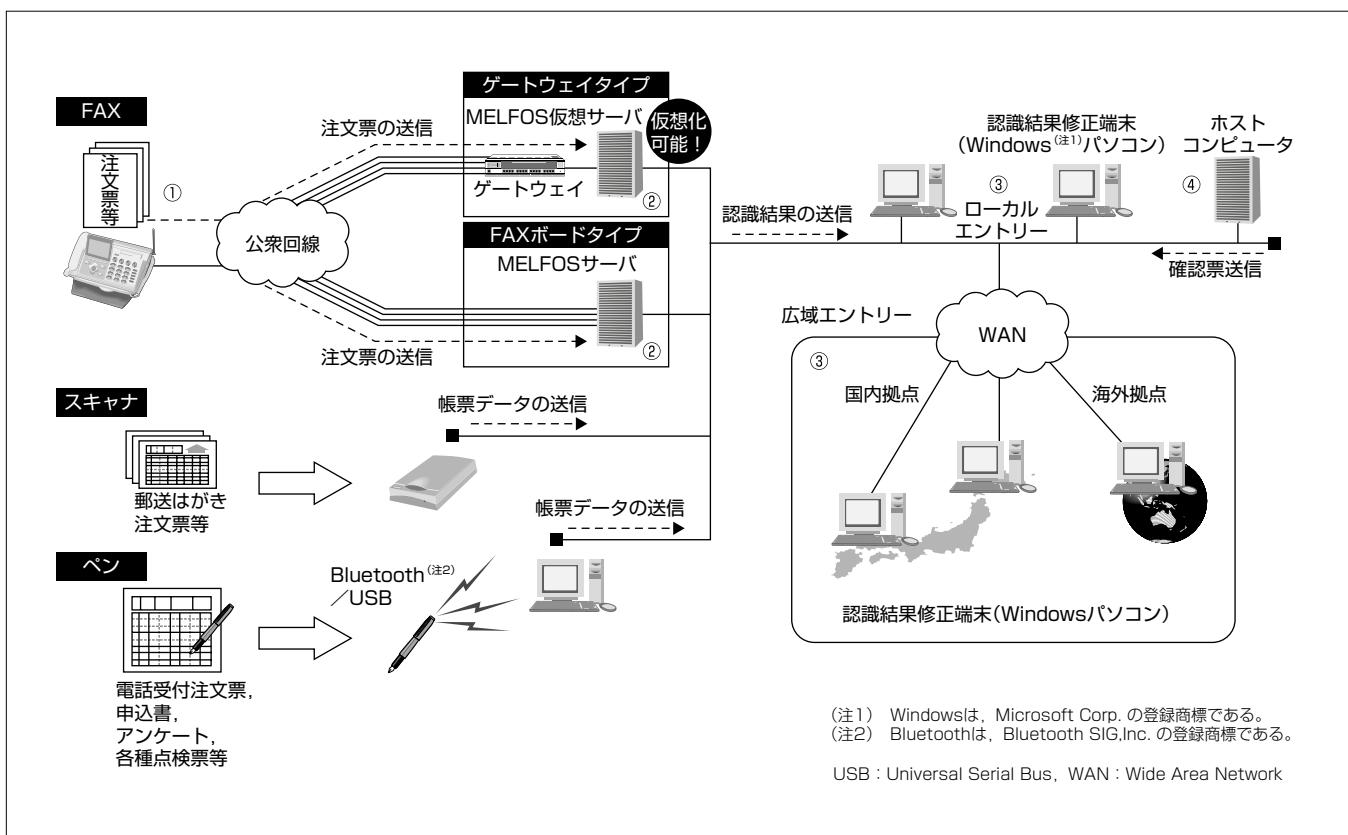
要旨

三菱FAXOCRシステム“MELFOS(メルフォス)”は、1997年の発売開始以来、食品製造業の受注業務や金融業におけるカード審査受付業務など、“様々な業務へ対応可能なソリューション”として200社以上の納入実績を持つ、三菱電機インフォメーションシステムズ株(MDIS)のロングセラー製品である。また、2010年から他社に先駆けてサービス提供型クラウドサービスである“MELFOS on Demand(メルフォス オン デマンド)”の提供を開始しており、顧客がFAXやサーバなどのIT資産を持つことなく、必要な機能を必要な分だけ使用することができるサービス(SaaS : Software as a Service)として利用可能である。

2013年6月に販売開始した最新版MELFOSでは、新開発の“高性能文字認識エンジン”を搭載し、文字認識処理に

おける誤読率を従来比1/3まで抑えている。また、VoIP (Voice over Internet Protocol) 対応のメディアゲートウェイ装置を活用したFAXサーバの仮想化も実現した。FAXサーバを仮想化することでスケールアウト時に物理的なサーバなどの機器増設が不要となり、低コスト・省力化を実現している。MELFOSのエントリー機能である認識結果修正機能については、データエントリー業務の多拠点対応として、新たにWeb方式を採用した。また、Web方式のアーキテクチャにMicrosoft社の.NET Framework^(注1)をベースとした“Click Once(クリックワーンス)”方式を採用し、利用者へのプログラム配布・更新の手間を軽減している。

(注1) .NET Frameworkは、Microsoft Corp. の登録商標である。



三菱FAXOCRシステム“MELFOS”的構成

①ユーザーが注文書などをFAX機で送信するとMELFOSを搭載(ゲートウェイタイプ又はFAXボードタイプ)したMELFOSサーバがFAXデータを受信する。②受信したFAXデータをOCR(文字認識)処理する。③認識結果についてエントリー端末(ローカルエントリー又は広域エンタリ)で確認修正を行う。④基幹システムのホストコンピュータへ確認修正したデータ転送を行う。

1. まえがき

三菱FAXOCRシステム“MELFOS”(以下“MELFOS”という。)は、FAX送信された、手書きや活字の帳票を文字認識し、認識結果を自動でデータ化して、各種業務を効率化するMDISのソリューションである。1997年の発売開始以来、食品製造業での受発注や人材派遣業での勤怠管理表入力、金融業でのカード審査申請受付等の様々な業務に対応し、発売から15年以上経った今も、200社以上の納入実績を持つロングセラー製品となっている。

2013年6月に販売を開始した最新版MELFOSでは、次の3つの新たな機能を実現している。

(1) 高性能文字認識エンジンの搭載

100万件以上の文字パターンデータから大規模手書き辞書を構築し、多変量解析法による文字認識処理による認識率の向上を実現した。

(2) FAXサーバ仮想化対応

VoIPに対応したメディアゲートウェイ装置(以下“メディアゲートウェイ”という。)と仮想化技術を組み合わせることで、FAXサーバを仮想化することを可能とし、省力化を実現した。

(3) Web方式による広域対応の修正機能

Web方式のアーキテクチャに.NET Frameworkをベースとしたクリックワنس方式を採用し、広域対応の認識結果修正機能を開発した。多拠点による業務を低コストで対応可能とした。

本稿では、これら3点の内容について述べる。

2. 高性能文字認識エンジンの搭載

2.1 文字認識OCR技術

文字認識OCR(Optical Character Recognition)処理はFAX送受信イメージをデータ化するためのMELFOSのコア技術である。FAX送受信されるデータについては、通信環境やFAX送信側のハードウェア品質に左右されるため受信イメージは必ずしも良好な状態ではない。また、FAX特有のノイズ(ラインノイズ、ごま塙状ノイズ、罫線(けいせん)や文字のツブレ・カスレ等)が発生するケースも多く、さらに、手書き文字はくせ字や文字の大小等多種多様である。このような環境のなか、文字認識エンジンは認識手法として文字の変形に強い輪郭解析法、文字のツブレ・カスレに強い特徴マッチング法などの手法を用いて、これまで改良を重ねて認識率の向上を図り一定の認識率を維持してきた。一方、OCR処理分野における競合他社も文字認識における市場競争力が向上ってきており、MELFOSの市場アドバンテージを確保するために、今回、文字認識処理での新たな処理方式の開発に取り組んだ。

2.2 大規模学習データを活用した文字認識エンジン

ユーザーのシステム運用面では、文字認識における認識の誤り(=誤読)は極力避けなければならない事象であるが、一方で、2.1節述べたとおり、FAX環境では誤読をゼロにすることは非常に困難である。MDISでは三菱電機(株)の情報技術総合研究所と連携して文字認識方式についての事前調査を行い、文字画像データから文字の特徴データを抽出して多変量解析⁽¹⁾する方式を採用することで、従来の方式に比べて、より認識率を向上させかつ誤読を減らすことができる事を検証した。新方式では100万件以上の実記入文字サンプルパターンを使用して多変量解析による文字の特徴抽出を行い、かつ、次元圧縮処理を行うことで特徴抽出データを高密度に圧縮格納することが可能となり、より文字認識精度の高い認識辞書の搭載を実現した(図1)。

また、認識処理における誤読を極小化する方式としてノ

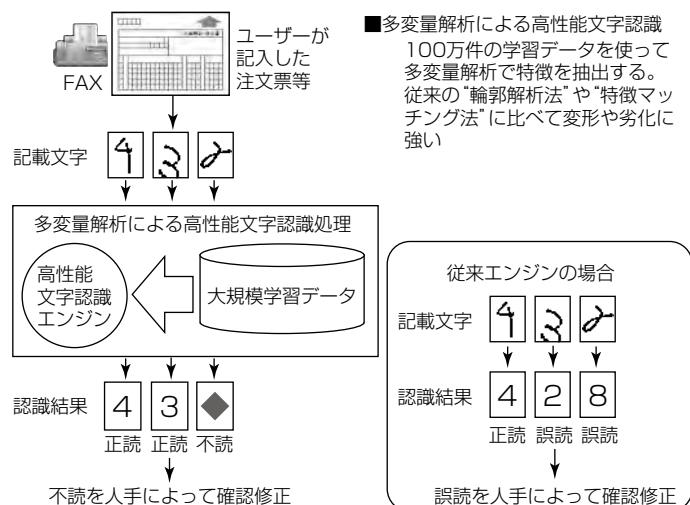


図1. 高性能文字認識エンジンの処理

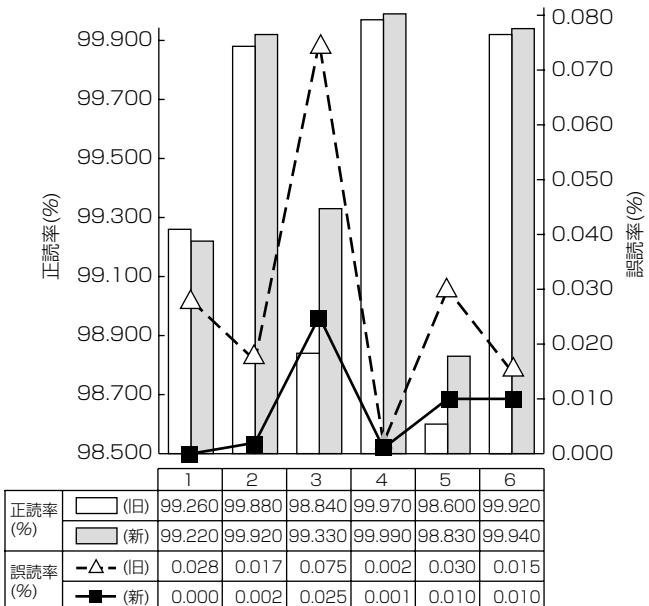


図2. 認識エンジン性能の新旧比較

イズなどの異常データを除去する棄却処理の精度向上が有効であるが、今回の文字認識エンジンでは従来の認識処理における棄却処理に加え、認識処理前に事前棄却を行って異常データを除去するダブルでの棄却処理を実装することで、誤読を更に軽減しており、誤読率について従来比1/3を実現した(図2)。

3. FAXサーバ仮想化対応

3.1 FAXサーバのスケーラビリティ課題

FAX通信を利用した紙情報の送受信では、送信側で読み取った画像情報を電気信号に変換し、電話回線を通じて受信側のFAX機へ送信する。受信側では、受信した電気信号から画像情報を復元することで、送信側の紙情報を受け取ることができる。MELFOSではこれまでFAX受信情報の画像情報を自動的にデータ化する技術として各社が製品化している“メディア処理ボード”(以下“FAXボード”という。)を採用し、FAX送受信情報の画像情報処理を実施してきた。一方、FAXボードによるFAX送受信は、FAXボードをサーバ本体内に装着する必要があり、規模の大きい複数台構成でFAXサーバを構成する場合、導入コストや運営管理の観点からメリットがあるとは言えず、より効率的な方式の実現が検討課題であった。

3.2 FAXサーバ仮想化技術の採用

この課題を踏まえ、MELFOSでは従来のFAXボードに替わる技術である、“Dialogic Brooktrout SR140”(以下“SR140”という。)FAXソフトウェアとサーバ仮想化技術であるVMWare社のvSphere^(注3)ソフトウェアを組み合わせたFAXサーバをMELFOSと連携させることで、規模の大きい複数台構成の環境をスケールアウトすることなく実現している(図3)。

FAX受信データはメディアゲートウェイでVoIPプロトコルによる通信が行われる。メディアゲートウェイからのみなしへ音声による電気信号をSR140で復元を行いMELFOSと連携することで受信情報のイメージ化を行う。SR140はFAX受信をソフトウェアで実現していることから、FAXボードレスでのFAXサーバ構成が可能となり、さらにFAXサーバをvSphere上に構築することで、これまで規模の大きい構成の場合に導入していた複数台のサーバやFAXボードの導入費用を抑えたシンプルな構成でシステム構築が可能となる。また、メディアゲートウェイは主要なベンダーから各種リリースされているが、SR140を使用することで主要ベンダーのメディアゲートウェイと接続が可能となり、汎用的な対応が可能である。MELFOSは2010年から他社FAXソリューションに先駆けてサービス事業としてSaaS型サービスである“MELFOS on Demand”的提供を行っているが、今回開発したFAXサーバ仮想化方式については、価格競争の厳しい“MELFOS on

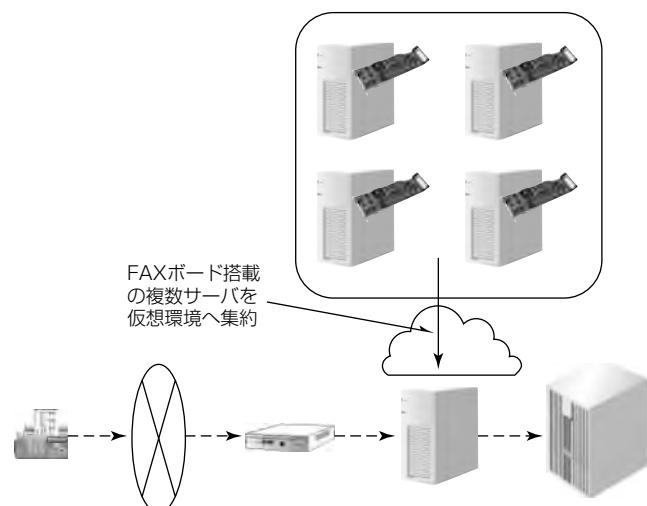


図3. FAXサーバ仮想化構成

Demand”での活用も検討している。

(注3) VMWare vSphereは、VMware, Inc. の登録商標である。

4. Web方式による広域対応の修正機能

4.1 データエントリー業務における業界の動向

MELFOSはイメージ化されたFAX受信情報を文字認識エンジンでOCR処理を行うことで、導入ユーザーの受注情報や勤怠情報、金融機関の審査情報等の各種FAX業務に密着した重要な情報を扱うシステムである。受信したデータについてはその重要性から、OCR処理された結果情報の確認作業も、非常に重要な業務である。MELFOSでは発売以来OCR結果情報の確認作業に対応するGUI(Graphical User Interface)機能として、認識結果修正機能を提供している。認識結果修正機能に求められるスペックとしては、効率的かつ漏れなく確実にOCR結果の確認と修正エントリー作業が行えることが必須である。例えば食品製造業における受注業務では、注文情報について迅速に処理を行い、後続する基幹システムの配達業務への連携が求められることから、大規模なデータエントリー業務専門のデータセンターを構築し対応するケースも少なくない。データセンターでのデータエントリー業務は、比較的容易に従事しやすい反面、離職率については他業界に比べて高く、人件費、人材確保、BCP(Business Continuity Plan)の観点から、複数の拠点で構成しているケースが多い。

MELFOSではこのような業界動向を踏まえ、広域対応としてSBC(Server Based Computing)方式によるシステム構成の提供をこれまで行ってきた。SBC方式による認識結果修正機能の提供では、仮想デスクトップ機能によってこれまで培ってきたデータエントリー業務に耐えうる機能提供が可能となる反面、専用のサーバやソフトウェアが必要となることから、導入費用やランニングコストの面での課題があり、小規模なユーザーへの導入が進まない状況にあった。

4.2 Web版認識結果修正機能の開発方針

新しく広域対応の方式を検討するに当たっては、①導入コストとランニング費用を抑えること、②実現する機能はこれまで蓄積してきた豊富な実績を踏まえた操作性や機能を踏襲すること、③MELFOSで扱うデータの重要性にセキュリティ面の確保が必要であることを方針として開発を進めた。

4.3 Web版認識結果修正機能の実現方式

実現方式については開発方針を踏まえて、Web実装基盤としてオープンソースソフトウェアを採用することでコストメリットのあるシステムの構築を可能とした。Webサーバに“Apache Foundation Project”(以下“Apache”という。)のApache httpdサーバ、アプリケーションサーバに同Apache^(注3)のTomcat^(注3)アプリケーションサーバを採用した。どちらの製品もIT市場におけるデファクトスタンダードのシステム構成であり、豊富な実績を持つ構成である。

認識結果修正機能の実現についてはこれまで培ってきたノウハウである機能・操作性の踏襲に重点を置き、ユーザーインターフェース機能の開発はVisual C#^(注4)を採用し、Webサーバ側のOCR処理結果やマスタ情報となるデータベースとの連携にはJava^(注5)サーブレットでの開発を採用了(図4)。Visual C#でのユーザーインターフェース開発によって、受信イメージとOCR結果の項目表示における

るレイアウト概観や操作性、入力チェック制御などの詳細な機能について既存機能の踏襲を図ることができた。

ユーザーへの機能提供にはMicrosoft社の.NET Frameworkを使用している。.NET Frameworkを利用するメリットは、ユーザー端末が一定の要件を満たしていれば、端末へのインストール作業が不要であり、かつ、バージョンアップ時の変更作業をサーバ一括管理によって非常に容易に行うことができる点である。

また、既存の認識結果修正機能では、各種業務に対応するエントリー業務を効率的に行うため、入力するフィールド(=入力項目)ごとに任意の意味付けを行い、ユーザー業務ごとの様々なマスタ項目と連動することで迅速なエントリー作業を可能としている。Web方式でも同等機能の実現が不可欠であるが、サーバ通信に採用しているHTTP(HyperText Transfer Protocol)通信は必ずしも高速とは言えない。エントリー作業でフィールドを移動する都度、マスタ参照を行うことは性能的にも現実的ではない。そこで今回の開発機能では、マスタ参照方式については表1に示す4つの方式を採用し、使用するシーンに合わせて利用できるようにした。

このマスタ参照機能の方式実現によって、これまでの認識結果修正機能の利便性を損なわずに、Web環境での利用も可能にした。

(注3) Apache, Tomcatは、Apache Software Foundation の登録商標である。

(注4) Visual C#は、Microsoft Corp. の登録商標である。

(注5) Javaは、Oracle Corp. の登録商標である。

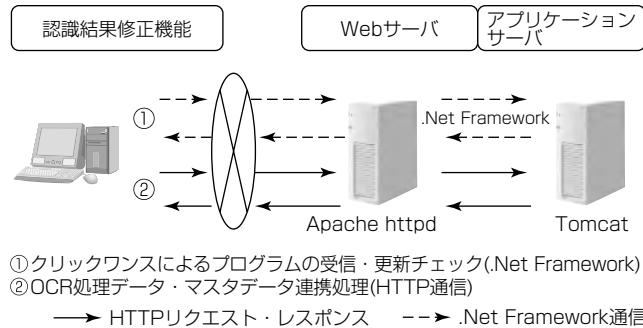


図4. Web版のシステム構成

表1. マスタ参照方式

参照モード	方式	利用シーン
①一括ダウンロードモード	起動時に全件をダウンロードする。	データエントリー作業中の変更がなく、ダウンロード時間が起動に影響の少ない場合に使用する。
②バックグラウンドモード	起動時にダウンロードをプログラムと非同期で開始し、バックグラウンドでダウンロードする。	データエントリー作業中の変更がないが、ダウンロードに時間をする情報量の場合に使用する。
③アクセスモード	参照時にサーバのデータを都度参照する。	データエントリー作業中の変更が頻繁に行われる場合に使用する。
④アクセスキャッシュモード	参照時にサーバのデータを都度参照し、参照結果をキャッシュする。	データエントリー作業中の変更はないが、アクセスする頻度が少ない場合に使用する。

MELFOSでは市場ニーズに対応した開発を継続して実施しており、現在、新たな機能として、エントリー業務の更なる効率化を図るため認識結果修正機能の“カーペット入力方式”の開発を進めている。カーペット入力方式では、複数の認識結果帳票を束ねて処理し、同一認識文字をグルーピング表示することで、同一文字を一括で確認することが可能となる。また、グルーピング表示する文字について、文字認識エンジンの認識結果確度が低い文字だけを表示することで、確認修正が必要な文字を絞り込むことが可能となり、更なる効率的な修正エントリーが可能となっている(特許出願中(特願2014-57816))。カーペット入力方式について、MELFOSの次期製品に搭載する計画である。

参考文献

- (1) 平野 敬, ほか: 文字認識処理におけるガベージデータを考慮した特徴次元圧縮法, 2013年電子情報通信学会総合大会講演論文集, D-12-2 (2013)

無停止型サーバによるCC-Link IE コントローラネットワークの高信頼化

平島栄一* 岡崎仁則*
山本丈博*
富塚 潔*

High Reliable CC-Link IE Control Network with Fault-tolerant Server

Eiichi Hirashima, Takehiro Yamamoto, Kiyoshi Tomizuka, Masanori Okazaki

要 旨

近年のFA(Factory Automation)システムの製造工程では、IT(Information Technology)システム及びCC-Link IEコントローラネットワークなどの高速なネットワークが大きな役割を担っている。ITシステムやネットワークに障害が発生した場合の生産性への影響は大きく、システム全体の高信頼化ニーズは高い。その一方で高信頼化のための二重化システムの導入費用や運用コストを抑制したいというニーズも高い。

三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)(MDIT)では、無停止型サーバ“ftServer”^(注1)に二重化して搭載したCC-Link IEコントローラネットワークインターフェースボード(以下“CC-Link IEボード”という。)を制御するためのCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアを開発した。このソフトウェアは、ミッションクリティカルなシステム、

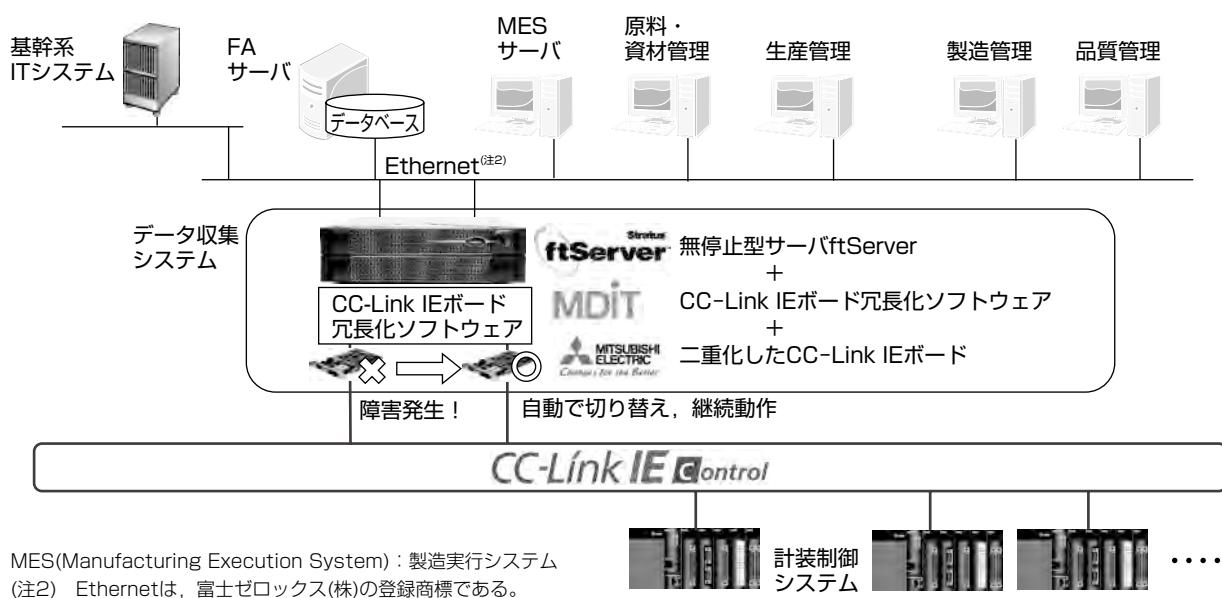
24時間365日稼働が必要なシステムのためにハードウェアを高信頼化した無停止型サーバftServer上で動作し、搭載した2枚のCC-Link IEボードをアクティブ/スタンバイ方式で二重化することによって高信頼化を実現している。万一、ハードウェア障害が発生した場合、このソフトウェアがスタンバイ側のCC-Link IEボードに自動で切り替えることで、継続動作を可能とする。

無停止型サーバftServerに、二重化したCC-Link IEボード、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアを搭載することによって、FAシステムと連携するITシステム基盤として活用でき、FAシステム全体の高信頼化を実現している。

(注1) ftServer, ftServerロゴは、Stratus Technologies Bermuda Ltd.の登録商標又は商標である。

無停止型サーバftServer+CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアで、FAシステムと連携するITシステムの高信頼化を実現

- 無停止型サーバftServerによって、サーバのハードウェアを高信頼化
- 無停止型サーバftServer上に産業用ネットワークと接続できるCC-Link IEボードを搭載可能
- CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアによって、CC-Link IEボードを冗長化
- サーバのハードウェア障害発生時は、スタンバイ側のCC-Link IEボードに自動で切り替え、継続動作が可能



データ収集システムの構築例

無停止型サーバftServerに、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアと二重化したCC-Link IEボードを組み合わせることで、ITシステムの高信頼化を実現した。無停止型サーバftServer上にデータ収集システムを構築すると、万が一、無停止型サーバftServerの片系ハードウェアが故障しても、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアが自動的にCC-Link IEボードを切り替えるので、継続して上位のMESサーバなどにデータの送信を行うことができる。

*三菱電機インフォメーションテクノロジー(株)

1. まえがき

近年のFAシステムの製造工程では、ITシステム及び高速なネットワークが大きな役割を果たしている。

FAシステムの製造実行システム(MES: Manufacturing Execution System)は、統合基幹業務(ERP: Enterprise Resource Planning)システムや供給連鎖管理(SCM: Supply Chain Management)システム等の基幹系ITシステムからのデータを基に生産計画を立案し、製造・制御システムや計装制御システムへ作業指示を出している。制御過程で出力された製造・品質データなどはERPシステムやSCMシステムに集約し、生産状況や設備情報を管理するほか、生産性の向上に活用されている。

これらのITシステムとFAシステムをつなぐネットワークには、より大容量かつ高速な通信が求められている。これは、各データを基に生産計画を立案することから生産性の向上のために大量のデータをITシステムとFAシステムの間で送受信しなければならないからである。そこで、最近ではITシステムとFAシステムをつなぐネットワーク基盤として、大容量かつ高速通信が可能なCC-Link IEコントローラネットワークが注目されてきている。

しかしながら、このような高度なITシステムや高速なネットワークが採用される一方で、ITシステムやネットワークに障害が発生した場合の生産性への影響は大きい。生産の継続のためには、無停止での安定動作、すなわち高信頼化が欠かせない。

このような要求に応えるためMDITでは無停止型サーバ“ftServer”に二重化して搭載したCC-Link IEボードを制御するためのCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアを開発した。

本稿では、従来のシステムにおける課題について触れた後、ftServer、CC-Link IEコントローラネットワーク及びCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアの特長と機能、課題への解決策について述べる。

2. 従来のシステムにおける課題

ITシステムやネットワークの高信頼化の解決策として、通常稼働する主系システムと待機用の従系システムを2台のパソコンサーバを用いて構築するHA(High Availability)クラスタシステムがある。HAクラスタシステムは、2台の両方にOS(Operation System)とクラスタソフトウェア、アプリケーションをインストールする。障害発生時にはクラスタソフトウェアが主系から従系にシステムを切り替える。しかし、HAクラスタシステムには、次の課題が存在する。

(1) 停止時間の発生

HAクラスタシステムでは、主系から従系に切り替えるまでに数十秒～数十分程度の停止時間が発生する。特に待

機中の従系システムの電源を切っておくコールドスタンバイ方式では、手動で従系システムの起動やデータの同期を行うために、停止時間が長くなる傾向がある。

(2) 構築・運用コストの増大

HAクラスタシステムでは、主系システムと従系システムの各々にハードウェアやOS・ミドルウェアが必要となり、コストが約2倍となる。また、構築・運用するエンジニアに対してもクラスタシステムの専門教育が必要となる。

(3) FAネットワークインターフェースの単一障害点化

一般的なHAクラスタシステムはITシステムに関わる部分は二重化されているが、FAシステムと接続するネットワークインターフェースまでは二重化されておらず、単一障害点(Single Point of Failure: SPOF)となってしまう。

3. 無停止型サーバftServer及びCC-Link IEコントローラネットワーク

2章で述べた課題の解決策を述べる前に、この章では無停止型サーバftServer及びCC-Link IEコントローラネットワークの特長について述べる。

3.1 無停止型サーバftServerの特長

ftServerは、ミッションクリティカルなシステム、又は24時間365日稼働が必要なシステムのためにハードウェアを高信頼化した無停止型サーバ製品である。特長として次の3点がある。

(1) ハードウェアの二重化による無停止の実現

1台の無停止型サーバftServerにはCPU(Central Processing Unit)・メモリ・チップセットのモジュール、PCI(Peripheral Component Interconnect)とPCIに接続するHDD(Hard Disk Drive)やLAN(Local Area Network)のモジュール、及び内蔵I/Oモジュールからなるエンクロージャが2台内蔵されている。

この2台のエンクロージャをロックステップと呼ばれる完全同期処理によって二重化している。各エンクロージャは同期しながら同じ処理を並行して実行し、上位層(OSなど)からは1台のハードウェアが動作しているように見える。エンクロージャは互いの障害検知と故障部分の特定機能を搭載しており、万一の障害発生時には故障部分を切り離し、正常な部分で処理を継続する(図1)。

(2) シングルシステム同様の操作性

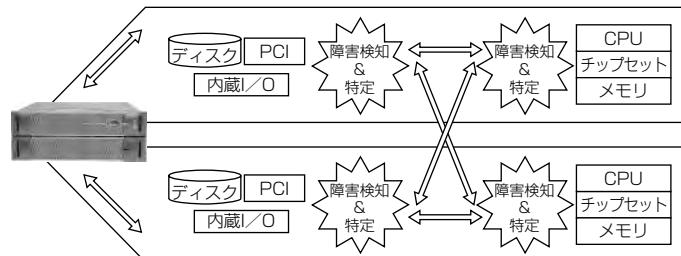


図1. ハードウェアの二重化による無停止の実現

OS・アプリケーションからは1台のハードウェアが動作しているように認識するので、OS・アプリケーションのライセンスは1つのライセンスで運用可能である。エンジニアはシステムの二重化を意識することなく容易にシステムを構築・運用することができる(図2)。

(3) 無停止での交換

正常運転時は1台のサーバとして動作するが、障害発生時は故障部分をエンクロージャ単位で切り離した上で連続して動作する。切り離したエンクロージャは運転中に無停止で交換・メンテナンスすることができるので、システムを停止させることなく復旧することができる(図3)。

3.2 CC-Link IEコントローラネットワークの特長

CC-Link IEとはCC-Link協会が提唱する産業用ネットワークである。CC-Link IEのうち、CC-Link IEコントローラネットワークは大規模なコントローラ分散制御と、各フィールドネットワークを束ねる工場内の基幹ネットワークであり、主に生産制御用ネットワークとして使用する(図4)。

CC-Link IEコントローラネットワークの特長としては次の3点が挙げられる。

(1) 高速・大容量のネットワーク型共有メモリ

全ての機器が全ての機器のデータを共有するN対N型の超高速リアルタイム通信を採用している。セッションやコネクションを意識せずに、メモリに読み書きする感覚でリアルタイム通信を実行できる。加えて、データ転送制御にはトーカン方式を採用しているため、伝送遅れの少ない安

定した通信ができる。

(2) 伝送路二重ループ(ループバック通信)による高信頼通信
標準で伝送路の二重ループを構成しており、各局はケーブル断線や異常局を検出すると、異常箇所を切り離して、正常な局間で传送を続行する。

(3) Ethernet準拠の光ケーブルコネクタ採用

Ethernet準拠のケーブルコネクタアダプタを採用している。これによって、配線部品を全世界で容易に入手できる。

4. CC-Link IEボード冗長化ソフトウェア

この章ではMDITが開発したCC-Link IEボード冗長化ソフトウェアの概要、機能について述べる。

4.1 ソフトウェアの概要

CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアは、CC-Link IEボードをアクティブ／スタンバイ方式で二重化するためのソフトウェアである。OSに常駐し、冗長化ソフトウェアが主系コンポーネントの障害を検知すると、自動的に従系のCC-Link IEボードへ切り替えて、通信を継続する。

4.2 ソフトウェアの機能

CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアはアクティブ／スタンバイ方式で動作するので、無停止型サーバftServer 1台に主系と従系の計2枚のCC-Link IEボードを実装する。

二重化動作時は主系のCC-Link IEボードを用いて通信を実施し、従系のCC-Link IEボードはスタンバイ状態である。

主系のCC-Link IEボードを含むコンポーネントで障害が発

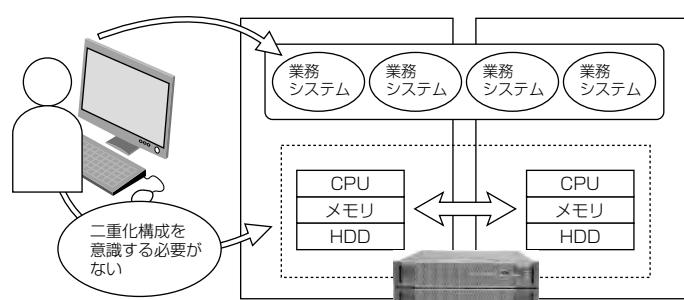


図2. シングルシステム同様の操作性

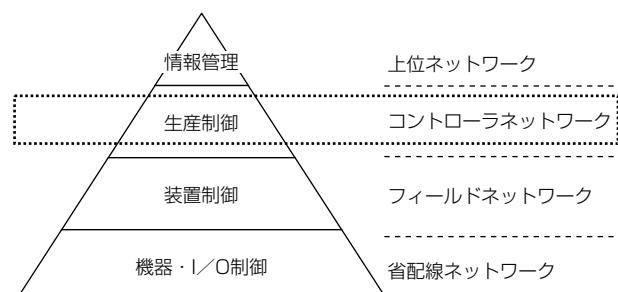


図4. CC-Link IEコントローラネットワークの位置付け

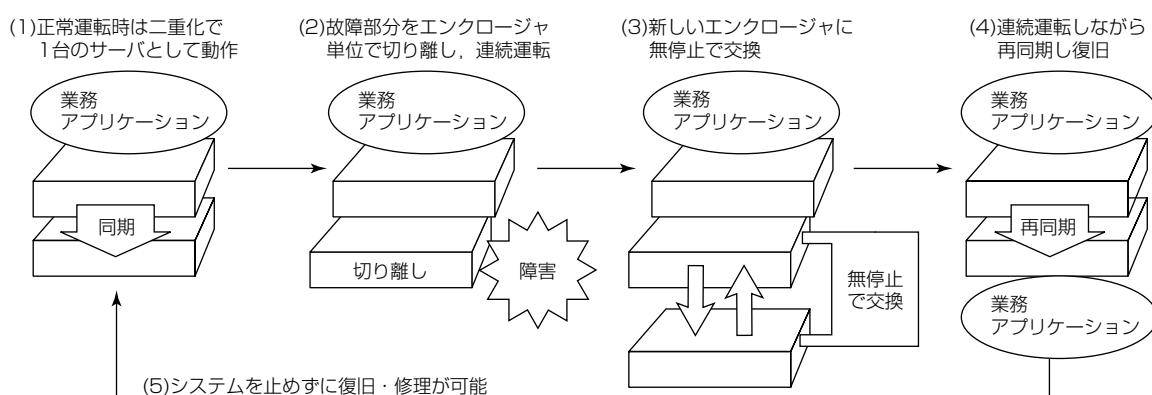


図3. 無停止での交換

生すると、冗長化ソフトウェアが障害を検知して、従系CC-Link IEボードの設定を自動的に変更し、通信を維持する。

CC-Link IEコントローラネットワーク対応無停止型サーバftServerのハードウェアとソフトウェアの構成を図5に示す。

通常、アプリケーションは常に1つのCC-Link IEボードを選択して他の機器との通信を行っている。この冗長化機能では、主系のCC-Link IEボードを含むコンポーネントでの障害発生によって、従系のCC-Link IEボードに切り替わった時でもアプリケーションからは常に同じCC-Link IEボードが動作しているように見える。このため、アプリケーションでの設定変更などは必要ないというメリットがある。

5. CC-Link IE コントローラネットワーク対応無停止型サーバftServerを用いた高信頼化の実現

これまでに、無停止型サーバftServer及びCC-Link IEコントローラネットワーク、CC-Link IEボード冗長化ソフトウェアの特長と機能について述べた。

この章では、2章で述べた次の3つの課題について、これらの製品を用いた解決策を述べる。

- (1) 停止時間の発生
- (2) 構築・運用コストの増大
- (3) FAネットワークインターフェースの単一障害点(SPOF)化

5.1 停止時間の抑止

無停止型サーバftServerの二重化されたシステムでは、CPU・メモリ・HDDやLANに加えCC-Link IEボードの故障の際は、瞬時にもう一方のエンクロージャに切り替わることで、停止時間を抑止する。また、各ハードウェアは常に同期しながら同じ処理を並行して実施するため、データの同期時間も不要である。

加えて、故障に伴うハードウェアメンテナンスはftServerシステムを停止することなく行うことが可能となる。

5.2 構築・運用コストの低減

無停止型サーバftServerでは、OS・アプリケーションのライセンスは1つのライセンス^(注3)で運用可能であるので、構築・運用時のコストを低減できる。加えて、エンジニアはシステムの二重化を意識することなく構築・運用できるため、クラスタシステム特有のOS・アプリケーション、CC-Link IEボードの設定やりカバリー手順の習得が不要となり、教育コストを削減できる。

(注3) アプリケーションによっては複数ライセンス必要な場合がある。

5.3 FAネットワークインターフェースの二重化

無停止型サーバftServerはFAシステムと接続するネットワークインターフェースであるCC-Link IEボードの二重化に対応することで、単一障害点(SPOF)を排除した。

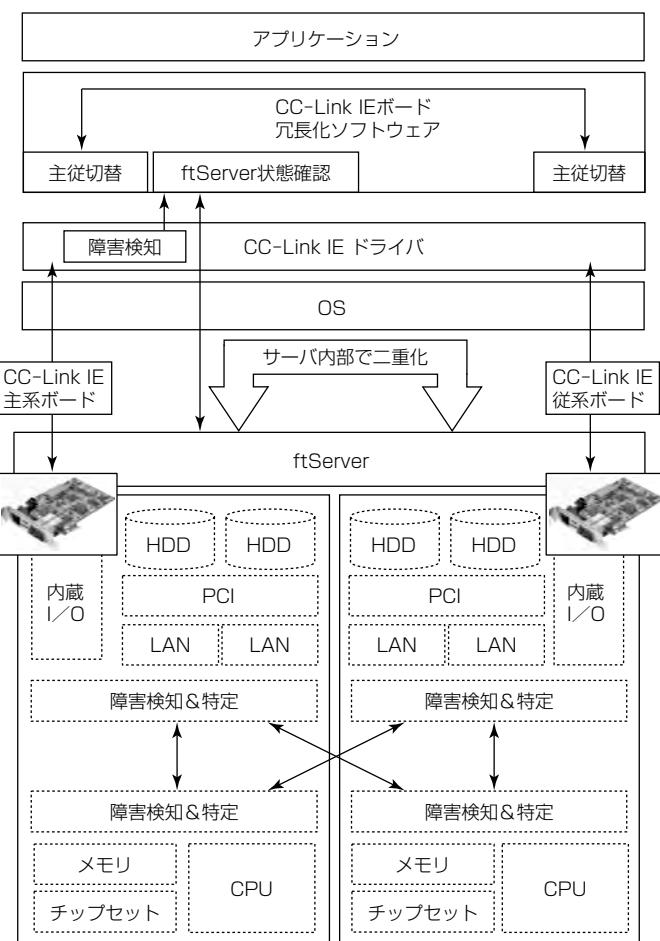


図5. CC-Link IEコントローラネットワーク対応無停止型サーバftServerの構成

6. む す び

無停止型サーバftServerによるCC-Link IEコントローラネットワークの高信頼化について述べた。

従来、無停止型サーバftServerをITシステムの高信頼性プラットフォームとして提供してきた。今回、高信頼性プラットフォームでの実績を踏まえてCC-Link IEコントローラネットワークに対応した製品を投入することによってFAシステムに接続するITシステムの高信頼化を実現した。

今後は対応するネットワークインターフェースを拡大していくことで、FA分野における利便性・適用範囲の更なる拡大を図っていく所存である。

参 考 文 献

- (1) ノンストップニーズに対応するフォールト・トレントサーバ、三菱電機技報、88、No.1、68（2014）
- (2) 三菱電機インフォメーションテクノロジー株：フォールトトレント・サーバ
<http://www.mdit.co.jp/businessplatform/ftserver.html>